

**Neiva Maria Robaldo Guedes**

**Sucesso reprodutivo, mortalidade e  
crescimento de filhotes de araras  
azuis *Anodorhynchus hyacinthinus*  
(Aves, Psittacidae) no  
Pantanal, Brasil**

Botucatu – SP  
Fevereiro - 2009

**Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho” – UNESP**  
Campus de Botucatu

**Sucesso reprodutivo, mortalidade e  
crescimento de filhotes de araras azuis**  
*Anodorhynchus hyacinthinus*  
**(Aves, Psittacidae) no**  
**Pantanal, Brasil**

**Doutoranda:** Neiva Maria Robaldo Guedes

Orientador: **Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Reginaldo José Donatelli**

Tese apresentada ao Instituto de  
Biologia de Botucatu da Universidade  
Estadual Paulista, para a obtenção de  
Título de Doutor em Ciências  
Biológicas, na Área de Zoologia

Botucatu – SP  
Fevereiro - 2009

GUEDES, Neiva Maria Robaldo  
Sucesso reprodutivo, mortalidade e  
crescimento de filhotes de araras azuis  
*Anodorhynchus hyacinthinus* (Aves,  
Psittacidae), no Pantanal, Brasil/ Neiva Maria  
Robaldo Guedes. – Botucatu: [s.n.], 2009.

Tese (doutorado) – Instituto de Biociências de  
Botucatu, Universidade Estadual Paulista,  
2009.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo José  
Donatelli

Palavras-chaves: psitacídeos, produtividade.  
curva de crescimento, pantanal. reprodução

Comissão Julgadora:

---

---

---

---

---

Prof. Dr. Reginaldo José Donatelli  
Orientador



*Às araras azuis, para que continuem colorindo o céu do Brasil*

*Dedico:*

*A minha mãe pelo exemplo em nossa vida, a  
minha maninha Eveline, por estar sempre  
perto, ao meu amor, Joacilei, pelo apoio  
constante, principalmente nas horas mais  
difíceis e as razões da minha vida: minha  
ararinha cor de rosa, Sophia e as araras-  
azuis.*

## Agradecimentos

*Sinto me abençoada e agradeço a Deus todos os dias, pelo que faço e pelas pessoas que põe no meu caminho. A maioria são pessoas que deixam marcas boas e quando estão longe me fazem sentir saudade. Estas me ajudam e ser mais forte, construir o meu caminho, superar as adversidades e prosseguir sempre em frente. Algumas, não deixam saudade e é melhor nem comentar.*

*Um trabalho de pesquisa e conservação de longo prazo, só é possível com o apoio e colaboração de muitas pessoas e instituições. Muitas pessoas participaram de inúmeras e diferentes etapas deste trabalho e certamente seria impossível lembrar de todas elas. Mas sou muito grata a todos que colaboraram para que este trabalho fosse possível.*

*Sou muito grata ao meu orientador, Prof<sup>o</sup> Dr. Reginaldo Donatelli, que durante todos estes anos soube me ouvir, me auxiliar e me incentivou em todas as fases do trabalho. Muito obrigada pela amizade e confiança em mim depositada. Como aprendizado pessoal, sua orientação valeu muito mais do que qualquer trabalho ou tese. Minha eterna admiração pelo professor, pesquisador e ser humano que é.*

*Aos meus parceiros e instituições que patrocinaram e apoiaram permitindo a realização de todas estas atividades: Toyota do Brasil, Universidade Anhanguera Uniderp, Refúgio Ecológico Caiman, Bradesco Capitalização, Brasil Telecom, Parrots International, Br. Tintas, entre outros.*

*Pessoas Roberto Klabin, Sidney Kakazu, George e Mariana de Moraes, Pedro Chaves e Teresinha Sanweis, Mark e Marie Stafford, Mercedes Mercante, Teresa Bracher, Eduardo Mongeli, Fernanda Araújo, Iolita Bampi, Yara Barros, Pedro Scherer Neto, Onildo, Bernadete Lange, Ana Cláudia, família Zuppinger, Robert (Bob) e tantos outros.*

*A todos que passaram pelas atividades de campo: Marcos Roberto Ferramosca, Vanessa Bernardo, Douglas Kajiwara, Ricardo Soares, Larissa Sneider, Andréa Macieira, Carolina Campos, Renata, Márcia, Lorena, Flávia e Edevaldo, Maria Ivone, Zadyr Márcio, Monalyssa, Karlla, Viviane, Thiago e em especial a Grace, Joilson, Carlos Cezar e Neliane que não olharam dia ou hora para ajudar em tudo.*

*Aos colegas de trabalho e pesquisadores Cristina Y. Miyaki, Gláucia Seixas, Márcia Cziulik, Mariângela Allgayer, Flávia Presti, Patrícia Faria, Adriana Ribeiro-Oliveira, Celso Dornelas, e ao Comitê de Conservação das Araras Azuis, em especial a Yara Barros que tanto fez pelas araras azuis.*

*Muito obrigada a minha família em especial minhas irmãs, tias, tios, cunhados, sobrinhos. Aos meus amigos irmãos que venho fazendo ao longo da vida Elisa, Rabelo, Cecília, Andréia, Eliane e Sabino*

## SUMÁRIO GERAL

Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	vii
Lista de Anexos	ix
Prefácio	01
Capítulo 1: <b>Sucesso reprodutivo da arara azul</b> <b><i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> (Aves, Psittacidae)</b> <b>no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul</b>	08
Resumo	08
Introdução	09
Material e Métodos	14
Local de estudo	14
Métodos	21
Análise estatística	23
Resultados	25
Tempo de reprodução	25
Sucesso Reprodutivo	26
Produtividade	31
Discussão	38
Referências Bibliográficas	49
Capítulo 2: <b>Falha da eclosão de ovos e perda de filhotes de</b> <b>arara azul <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> (Aves,</b> <b>Psittacidae) no Pantanal de Miranda, Mato</b> <b>Grosso do Sul</b>	58
Resumo	58
Introdução	59
Material e Métodos	62
Local de estudo	62
Métodos	64
Análise estatística	65
Resultados	66

Discussão	74
Referências Bibliográficas	83
<b>Capítulo 3: Crescimento de filhotes de arara azul</b> <b><i>Anodorhynchus hyacinthinus em dez estações</i></b> <b><i>reprodutivas no Pantanal, Brasil</i></b>	   89
Resumo	89
Introdução	90
Material e Métodos	91
Local de estudo	91
Métodos	94
Análise estatística	96
Resultados	97
Discussão	110
Referências Bibliográficas	112
Conclusão	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1

<p>Figura 1: Temperatura média anual máxima, média e mínima de 1995 a 2007 no Pantanal, dados não publicados (Embrapa, CPAP-Pantanal).....</p>	15
<p>Figura 2: Pluviosidade média anual para o período de 1995 a 2007, para a sub-região de Miranda, Pantanal, MS, dados não publicados e coletados pelo Refúgio Ecológico caiman.....</p>	16
<p>Figura 3: Pluviosidade média mensal para o período de 1995 a 2007, da sub-região de Miranda, Pantanal, MS, dados não publicados e coletados pelo Refúgio Ecológico Caiman.....</p>	16
<p>Figura 4: Temperatura média e pluviosidade no Pantanal de 1995 a 2007.....</p>	17
<p>Figura 5: Localização do Pantanal na América do Sul e algumas sub-regiões do Pantanal Sul com ninhos <i>A. hyacintinus</i> cadastrados e monitorados.....</p>	18

Figura 6: Mapa dos ninhos naturais cadastrados e artificiais instalados para as araras azuis no Refúgio Ecológico Caiman (REC, delimitado) e redondezas, Pantanal de Miranda, MS.....	20
Figura 7: Número de ninhos monitorados e número de ninhos com pares reprodutivos de <i>A. hyacinthinus</i> , na sub-região de Miranda, Pantanal de Mato Grosso do Sul, no período de 1995 a 2007.....	20
Figura 8: Número total dos dez anos de ovos, filhotes e jovens de <i>A. hyacinthinus</i> (n=708 ovos), ao longo do período reprodutivo no Pantanal de Miranda.....	25
Figura 9: Número de ninhos (N) com ovos (linha) e o percentual de ninhos com ovos perdidos e de ninhos com nova postura, em uma amostra de 430 ninhos de <i>A. hyacinthinus</i> em dez estações reprodutivas.....	29
Figura 10: Número total de 1, 2 e 3 ovos, filhotes e jovens produzidos por ninhos de arara azul no Pantanal de Miranda no período de 1998 a 2007).....	30
Figura 11: Número médio anual para variáveis ovos, filhotes, jovens, perda de ovos e perda de filhotes de <i>A. hyacinthinus</i> em dez anos estações reprodutivas no Pantanal de Miranda.....	34

Figura 12: Regressão linear para os resultados obtidos para ovos, filhotes e jovens de arara azul no Pantanal de Miranda, durante o período estudado.....	35
Figura 13: Relação da taxa de reprodução da <i>A. hyacinthinus</i> no período de 1998-2007, na sub-região de Miranda, Pantanal, MS.....	36
Figura 14: Sucesso reprodutivo de <i>A. hyacinthinus</i> (n= 440 ninhos) em dez estações reprodutivas no Pantanal de Miranda.....	36
Figura 15 Relação entre o sucesso reprodutivo por casal de <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> no intervalo de dez anos de estudo, no Pantanal de Miranda.....	37
Figura 16: Curva de sobrevivência da arara-azul <i>A. hyacinthinus</i> referente a média e desvio padrão do dez anos, no Pantanal de Miranda.....	38

## Capítulo 2

Figura 1: Temperatura média e pluviosidade no Pantanal de 1995 a 2007.....	63
Figura 2: Média de ovos, filhotes, jovens, perda de ovos e mortalidade de filhotes de arara azul <i>Anodorhynchus hyacithinus</i> no Pantanal de	

Miranda, no período de 1998-2007.....	66
Figura 3: Média e desvio padrão do número total de ovos postos, ovos predados e ovos não eclodidos de <i>A. hyacinthinus</i> , em dez estações reprodutivas no Pantanal de Miranda.....	67
Figura 4: Número de ovos predados e ovos falhos de <i>A. hyacinthinus</i> ao longo do período de 1998 a 2007 no Pantanal de Miranda.....	69
Figura 5: Distribuição do número total de ovos por número de falhas de ovos durante os meses de reprodução da <i>A. hyacinthinus</i> no Pantanal de Miranda, durante o período de 1998-2007.....	70
Figura 6: Média e desvio padrão do número médio de filhotes que falharam por predação, mortalidade e total de filhotes perdidos, em dez estações reprodutivas de <i>A. hyacinthinus</i> , no Pantanal de Miranda.....	70
Figura 7 Número de ovos e filhotes perdidos de arara azul <i>A. hyacinthinus</i> no período de 1998-2007 no Pantanal de Miranda.....	71
Figura 8: Médias anuais do número de filhotes de <i>A. hyacinthinus</i> mortos e predados no Pantanal de Miranda em dez estações estudadas.....	72

Figura 9: Estimativa do número total de mortalidade (perda) pelo número de filhotes de arara azul *A. hyacinthinus* ao longo da estação reprodutiva, no período de 1998 a 2007 no Pantanal de Miranda..... 73

Figura 10: Número médio dos ninhos com ovos e filhotes perdidos por *A. hyacinthinus*, que falharam com um, dois ou três ovos; e com a perda de um filhote ou dois filhotes, no Pantanal de Miranda..... 73

### Capítulo 3

Figura 1: Mapa do Estado de Mato Grosso do Sul e Pantanal (menor) e sub-regiões da Nhecolândia, Abobral, Rio Negro, Aquidauana e Miranda, que tiveram ninhos monitorados com filhotes que voaram entre 1991 e 2001..... 92

Figura 2: Desenvolvimento corporal do peso média (g) e desvio padrão de filhote de *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal Sul, em dez estações reprodutivas. A curva logística foi plotada usando parâmetros dados pela equação da figura (IP = Ponto de inflexão (em dias); A = Assíntota (em gramas); T = tempo; K = percentual de crescimento (constante))..... 98

Figura 3: Variação do crescimento corporal em peso de acordo com eclosão entre o 1º e 2º filhote de arara azul no Pantanal Sul.....	99
Figura 4: Variação do crescimento corporal em peso entre macho e fêmea de <i>A. hyacinthinus</i> no Pantanal Sul.....	99
Figura 5: Média e desvio padrão do crescimento corporal total no desenvolvimento de filhotes de <i>A. hyacinthinus</i> no Pantanal Sul.....	102
Figura 6: Crescimento corporal total segundo a ordem de eclosão do 1º e 2º filhotes de arara azul, em dez estações reprodutivas no Pantanal Sul.....	103
Figura 7: Crescimento do comprimento corporal total em relação ao sexo, macho e fêmea, de <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> no Pantanal Sul.....	103
Figura 8: Distribuição da média, desvio padrão e desempenho da curva do crescimento da cauda em relação à idade de <i>A. hyacinthinus</i> no Pantanal Sul. Figura 8b – Comportamento da equação para um indivíduo de arara azul com relação ao crescimento da cauda.....	105

- Figura 9: Crescimento em comprimento da cauda em relação à ordem de nascimento de *A. hycinthinus* em dez estações reprodutivas, no Pantanal Sul..... 106
- Figura 10: Distribuição das medidas de comprimento e desempenho da curva estimativa para crescimento da cauda em relação aos sexos da arara azul no Pantanal Sul..... 106

## ÍNDICE DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1: Parâmetros reprodutivos da arara azul <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> na sub região de Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, no período de 1998-2007.).....	28
Tabela 2: Produtividade de fêmeas (n= 440) de arara azul <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul, no período de 1998-2007.....	32

### Capítulo 3

Tabela 1: Número de ninhos monitorados, número de casais reprodutivos, número de casais com filhotes e número de filhotes monitorados no período de 1991 à 2000 no Pantanal.....	95
Tabela 2 – Variação do crescimento corporal em peso entre 1º e 2º Filhote e entre macho e fêmea no período de 1991 à 2000 de uma população de arara azul no Pantanal.....	100
Tabela 3: Variação do crescimento do comprimento corporal total entre ordem de eclosão dos filhotes e sexo no período de 1991 à 2000 de uma população de arara azul no Pantanal .....	104

Tabela 4: Crescimento do comprimento corporal (mm) de filhotes de arara azul semanal em vida livre no Pantanal.....	107
Tabela 5: Diferenças no crescimento das penas da cauda de filhotes de arara azul entre machos e fêmeas e 1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> filhotes.....	109

**SUCESSO REPRODUTIVO, MORTALIDADE E**  
**CRESCIMENTO DE FILHOTES DE ARARAS AZUIS**  
**Anodorhynchus hyacinthinus (AVES, PSITTACIDAE)**  
**NO PANTANAL, BRASIL**

**Prefácio**

O aumento da população humana gera uma crescente demanda por alimentos, bens e serviços, que muitas vezes são limitados. Isto tem provocado a abertura de novas áreas para a produção de alimento e novas alternativas de combustíveis e energia. O resultado desse desenvolvimento não sustentado é que muitos ambientes naturais estão sendo fragmentados, descaracterizados ou perdidos. Nesse caminho, diversas espécies estão sofrendo com a diminuição das populações rumo à extinção.

Araras, periquitos, papagaios e outras aves da família dos psitacídeos estão nessa situação. Na região Neotropical, é um dos grupos de aves mais ameaçados de extinção, devido, principalmente, à ação combinada de captura para o tráfico e perda de habitat.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o Brasil é o país mais rico do mundo em biodiversidade e também em espécies da família Psittacidae, incluindo as araras, que são os maiores representantes da família. Encontram-se no Brasil, 72 espécies, sendo que destas 17 correm risco de extinção. Duas espécies podem ser consideradas extintas *Anodorhynchus glaucus*, pois não foi vista nos últimos 50 anos e *Cyanopsitta spixii*, que desapareceu da natureza em 2001 e hoje é encontrada apenas em cativeiro. *Anodorhynchus leari*, está

criticamente ameaçada e das outras 14 espécies, sete estão ameaçadas, seis vulneráveis e uma quase ameaçada (*Pyrrhura lepida*).

A arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* é o maior representante da família dos psitacídeos, chegando a medir 1m e pesar 1300g, podendo chegar até 1.700g (jovem antes de abandonar o ninho). Na natureza, são aves sociais que vivem aos pares, casais, famílias ou bandos, com populações sedentárias que podem fazer pequenas migrações diárias para alimentação e/ou reprodução. Sem tamanho de população conhecido, mas de ampla distribuição no passado, ocupando grandes áreas do Brasil Central até o Pantanal Boliviano e Paraguai, poderá estar com a população atual disjunta casos estudos na área de genética molecular se confirmem. Os fatores que levaram a *Anodorhynchus hyacinthinus* a ameaça de extinção, foram captura de indivíduos da natureza e alteração do habitat, infelizmente ainda persistem em algumas regiões.

Nos últimos 19 anos, essa situação tem sido revertida no Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul (Pantanal Sul), com o início do Projeto Arara Azul que vem contribuindo para a conservação da espécie na natureza, através de pesquisas sobre a biologia básica da espécie: alimentação, reprodução, competição, comportamento, predação, sobrevivência e mortalidade de filhotes e outros estudos para verificar os fatores que estavam levando a redução da população silvestre.

Com os resultados das primeiras pesquisas de campo tiveram início às atividades de manejo de cavidades, instalação de ninhos artificiais, manejo de ovos e filhotes para aumentar a população reprodutiva e o número de filhotes que sobrevivem e voam a cada ano. Todas estas ações acabaram beneficiando também as outras grandes araras e mais 17 espécies que utilizam cavidades para se reproduzir no Pantanal. Hoje a *Anodorhynchus hyacinthinus* é um dos psitacídeos

brasileiros, ainda ameaçados, mas com boa perspectiva de sobrevivência em longo prazo se novas medidas de manejo forem adotadas.

Sabendo que a reprodução de uma espécie é influenciada tanto pelas limitações genéticas da espécie, determinadas ao longo da sua evolução como daquelas impostas pelo ambiente torna-se difícil definir pesos para os fatores mais importantes ou mesmo isolar o efeito de cada um. No entanto, a disponibilidade e a utilização dos recursos da natureza são fatores determinantes da época e características reprodutivas de muitas espécies, intervindo diretamente no tamanho dos pares reprodutivos, na duração do período de reprodução. O sucesso reprodutivo é um dos parâmetros reprodutivos mais utilizados para medir o crescimento populacional e, programas de monitoramento a longo prazo, como este que abrangeu dez estações reprodutivas, são instrumentos chave para detectar as tendências populacionais e permitir detectar suas causas. Foi a partir daí que se idealizou este estudo, com o propósito de responder as seguintes questões: Qual é o sucesso e o incremento reprodutivo das araras azuis na região de Miranda? Que fatores afetam o sucesso reprodutivo naquela região e como afetam? Qual é o padrão de crescimento dos filhotes?

Neste trabalho o objetivo geral foi verificar qual o sucesso reprodutivo da *Anodorhynchus hyacinthinus* na sub-região do Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul, bem como os fatores que podem afetar esse sucesso e levar a perda de ovos e mortalidade de filhotes e, por fim, qual o modelo de crescimento dos filhotes. Para facilitar a leitura e publicação, este trabalho foi dividido em três capítulos:

**Capítulo 1:** No capítulo inicial foi abordado o número de ninhos que foram monitorados a cada ano, o número de casais que tentaram se reproduzirem, em que época do ano e o número de casais que tiveram sucesso com a ocupação de um ninho e postura dos ovos; também foram analisados quantos ovos foram postos; quantos filhotes nasceram, quantos sobreviveram e voaram do ninho. O objetivo deste trabalho foi verificar o sucesso reprodutivo e avaliar a flutuação da população na região ao longo de dez estações reprodutivas. Os resultados apontaram que o período de reprodução da *Anodohynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda pode ser definido como de julho a janeiro, com pico de postura de ovos em agosto e setembro e a maioria dos filhotes, deixando os ninhos em dezembro e janeiro. Em média, 73% dos pares reprodutivos ocuparam um ninho e tiveram sucesso com a postura de ovos. A maioria dos casais, 69% fizeram postura de dois ovos. E, 55% dos ovos tiveram sucesso com a eclosão do filhote, enquanto 45% falharam na fase de ovos e destes 23% fizeram nova postura. Dos ninhos com filhotes, 53% tiveram dois filhotes e destes, 63% tiveram sucesso com a sobrevivência e vôo do filhote. Na maioria dos ninhos (76%) voou apenas um filhote. A taxa de reprodução foi de 0.6 filhotes por ninho, enquanto que o sucesso reprodutivo foi de 1.0 filhotes por casal que produziu filhote. A produtividade média das fêmeas foi de 1.9 ovos. Embora a quantidade de ninhos, ovos e filhotes tenham variado ao longo dos anos, essa variação não foi significativa. A única variável significativa foi a perda de filhotes. Os resultados mostraram ainda uma relação inversa entre o aumento da temperatura e o sucesso reprodutivo. E a elaboração da tabela de vida, mostrou que as perdas foram grandes, com apenas 35% dos ovos postos, chegando à fase jovem. Porém, de um modo geral, os resultados mostram uma tendência positiva no aumento das araras azuis na região, pois a cada 100 casais que produzem filhotes

quatro jovens são efetivamente acrescidos no grupo de *A. hyacinthinus* do Pantanal de Miranda. Baseados nestes resultados foram discutidos os fatores que afetaram o sucesso reprodutivo, como as variações climáticas ambientais, disputa de cavidades desmatamento, perda ou inundação dos ninhos, disponibilidade de recurso alimentar, predação de ovos e filhotes, doença e infestação por ectoparasita e do manejo que vem sendo realizado naquela região do Pantanal.

**Capítulo 2:** As araras azuis são aves residentes, fiéis aos sítios de nidificação, sendo que um casal pode reproduzir mais de uma década no mesmo ninho. São monógamas e o casal divide a tarefa de cuidado com os filhotes, que passam longo tempo no ninho. No entanto, o ponto crítico da reprodução das araras azuis é a fase de incubação do ovo e de sobrevivência dos filhotes. O objetivo, deste capítulo foi analisar com mais detalhes os fatores que estão afetando a eclosão dos ovos, bem como levando a mortalidade de filhotes de *Anodorhynchus hyacinthinus*. Os resultados mostraram que a maioria dos ninhos falhou parcial ou totalmente na fase de ovos. Enquanto que quase a metade dos ninhos (49%) também teve mortalidade parcial ou total dos filhotes. A maioria dos ninhos falhou por predação dos ovos que geralmente incluiu a postura total. Mas também houve perda de ovos por não eclosão de ovos inférteis, interrupção do desenvolvimento embrionário, contaminação por fungos ou bactérias, má formação ou mau posicionamento dentro do ovo. Além disso, também houve perda de ovos por inundação dos ninhos, quebra de galho ou queda da árvore. Foi confirmada a predação de ovos por *Ramphastos toco*, *Didelphis albiventris* e *Cyanocorax cyanomellus*, mas outras espécies também podem estar envolvidas, principalmente aquelas que disputam cavidades e por isso, precisam ser melhor investigadas. A perda dos filhotes foi maior nos primeiros dias de vida, principalmente pela mortalidade do recém nascido e em menor escala, por predação

realizada por insetos, aves e mamíferos. As causas que levaram a mortalidade dos filhotes foi inanição, baixa temperatura, doenças ou infestação de ectoparasitas, inundação do ninho, quebra de galho ou queda da árvore. Ao contrário do que aconteceu com ovos, a predação dos filhotes foi menor que a mortalidade. Foi observado a predação de filhotes por formigas carnívoras do gênero *Solenopsis* e outros insetos dentro da cama, *Micrastur semitorquatus* e *Pulsatrix perspicillata*, mas há suspeita de *Ramphastos toco*, *Bubo virginianus* e outras espécies ainda não confirmadas. Estes resultados são discutidos quanto a assincronia da eclosão, as alterações ambientais, as relações inter específicas diante da escassez de cavidades e disponibilidade de alimentos, bem como a comparação com outras publicações com psitacídeos neotropicais.

**Capítulo 3:** Para finalizar esse importante período da reprodução das araras azuis, que se reproduziram em ninhos naturais e artificiais instalados pelo no Pantanal de Mato Grosso do Sul procurou verificar qual a taxa de crescimento dos filhotes e elaborar uma curva de crescimento para a espécie. As coletas de campo foram realizadas durante o monitoramento dos ninhos no período de janeiro de 1991 a março de 2001, em várias sub-regiões do Pantanal (Nhecolândia, Abobral, Aquidauana e Miranda). Foram coletadas as variáveis de peso, comprimento total e cauda dos filhotes de arara azul. Com isso, procurou-se encontrar qual o modelo de desenvolvimento dos filhotes e como variavam os ganhos de massa em peso e o crescimento do comprimento corporal. Foram realizadas análises para determinação das diferenças entre o desenvolvimento entre as estações reprodutivas, comparações entre o primeiro e o segundo filhote e entre ninhos com um filhote e ninhos com dois filhotes, também foi determinada a curva de crescimento para comprimento total e peso. Para tanto foi

desenvolvida uma equação que se adequasse ao tipo de crescimento da arara azul. Os resultados mostraram que a variável comprimento total apresentou um comportamento linear e menor variação entre os indivíduos, sendo assim o melhor parâmetro para estimar a idade dos filhotes. O peso apresentou um crescimento logístico, mas com grande variação entre os indivíduos. Não houve diferença estatística significativa na média do crescimento dos filhotes nos diferentes anos, bem como não houve diferença significativa no desenvolvimento do primeiro e segundo filhote ou ninhos com um ou dois filhotes. Observou-se que as variações entre indivíduos foram em função das variações ambientais como disponibilidade de alimento fornecido pelos pais, da localização do ninho, das variações climático-ambientais, das enfermidades, das infestações por ectoparasitas. Assim, estes resultados mostraram que arara azul tem um crescimento mais lento que outros psitacídeos menores, mas que de uma forma geral está de acordo com o esperado para as aves nidícolas.

Ao final deste trabalho observou que muitos são os fatores que afetam a reprodução e, conseqüentemente, o sucesso reprodutivo das araras azuis *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda, mas ainda há muitas questões a serem respondidas. E o que se espera, a longo prazo, é continuar monitorando as aves na região, avaliando as medidas de manejo a medida que vão sendo implementadas bem como buscar por novas ferramentas que ajudem a conservação a espécie no seu habitat melhorando a disponibilidade de recursos e buscando a manutenção dos processos para a conservação da biodiversidade como um todo.

## Capítulo 1

# **Sucesso reprodutivo da arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* (Aves, Psittacidae), Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul**

**Resumo:** Sucesso reprodutivo é um dos parâmetros mais usados para medir o crescimento populacional dos organismos. O objetivo deste trabalho foi verificar o sucesso reprodutivo de *Anodorhynchus hyacinthinus* na região do Pantanal de Miranda ao longo de dez estações reprodutivas. Os resultados apontaram que o período de reprodução, nessa região é de julho a janeiro. A maioria dos casais teve sucesso com a postura de ovos. Em média 55% dos ovos eclodiram. A maioria dos casais teve dois filhotes e destes, 63% tiveram sucesso com a sobrevivência e vôo do filhote. Na maioria dos ninhos (76%) voou apenas um filhote. A taxa de reprodução foi de 0.6 filhotes por ninho, enquanto que o sucesso reprodutivo foi de 1.0 filhotes por casal. A produtividade média das fêmeas foi de 1.9 ovos. Embora a quantidade de ninhos, ovos e filhotes tenham variado ao longo dos anos, essa variação não foi significativa. A única variável significativa foi a perda de filhotes. Os resultados mostraram ainda uma relação inversa entre o aumento da temperatura e o sucesso reprodutivo. A medida que a temperatura aumenta, o sucesso reprodutivo diminui. Porém, de um modo geral, os resultados mostram uma tendência positiva no aumento das araras azuis na região, pois a cada 100 casais que produzem filhotes quatro jovens são efetivamente crescidos no grupo de *A. hyacinthinus* do Pantanal de Miranda. Baseados nestes resultados foram discutidos os fatores que afetaram o sucesso reprodutivo, como as variações climáticas ambientais (aumento de temperatura diminui o sucesso reprodutivo), disputa de cavidades desmatamento, perda ou inundação dos ninhos, disponibilidade de recurso alimentar, predação de ovos e filhotes, doença e infestação por ectoparasita.

# **Sucesso reprodutivo da arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* (Aves, Psittacidae), Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul**

## **INTRODUÇÃO**

Estudos das mais diversas áreas do conhecimento têm demonstrado que as alterações locais causam mudanças globais e vice-versa (Primack 1995, Primack & Rodrigues 2002, Chase et al. 2005, Rocha et al. 2006, Miyaki & Alves 2006, Marengo & Dias 2007, MMA 2007). Entretanto, aparente harmonia da natureza inclui mudanças contínuas, isto é, fazem parte da maioria dos sistemas naturais ciclos de perturbação e de rejuvenescimento. A restauração natural depende da existência de partes de habitat intacto a partir das quais as espécies podem recolonizar as áreas perturbadas. Porém, à medida que o habitat se torna mais e mais fragmentado, as perturbações poderão destruir completamente uma área, da mesma forma que podem reduzir e isolar populações, tornando-as mais susceptíveis, devido aos efeitos aleatórios das variações ambientais, flutuações demográficas e gênicas levando muitas espécies a ameaça de extinção (Ricklefs 2001).

Todos os organismos precisam de uma fonte de energia para o desempenho de seus processos fisiológicos, precisam de espaço no qual possa viver para produzir a geração seguinte. Tudo isso deve ser feito através de interações com o meio circundante inclusive com outros organismos (Ricklefs 2001, Pough et al. 2003 e Krebs 1985), sendo que cada espécie, possui características e processos individuais que irão refletir nos padrões populacionais.

Logo, a preservação de espécies individuais depende da manutenção de um sistema de suporte ecológico saudável que favoreça a dinâmica natural das populações (Ricklefs 2001, Primack 1995).

O crescimento das populações animais é influenciado pelos fatores extrínsecos (inundações, secas prolongadas, incêndios, tempestades, aquecimento global) e intrínsecos (história de vida, genética e demografia), que agem sobre as taxas de sobrevivência e mortalidade (Begon et al. 1996, Chase et al. 2005). Os atributos dos organismos geralmente os adequam às condições de seus ambientes e tudo é maximizado para sobrevivência e reprodução. Os principais atributos da história de vida são: fecundidade, sucesso reprodutivo e ajustamento "fitness" evolutivo, os quais variam com as condições ambientais e com respeito uns aos outros. Em resposta aos fatores biológicos em seus ambientes, cada organismo se especializa.

O sucesso reprodutivo é um dos parâmetros mais usados para medir o crescimento populacional. Parâmetros reprodutivos e produtividade da população constituem informações especialmente relevantes para as espécies ameaçadas (Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006). Somente com o conhecimento dos parâmetros reprodutivos será possível estimar e prever, com precisão o potencial máximo do crescimento de uma população. Assim, vários estudos com têm sido conduzidos para saber que fatores afetam o sucesso reprodutivo e atuam na flutuação das populações (Snyder et al. 1987, Beissinger & Waltman 1991, Guedes 1993, Cockrem 1999, Arendt 2000, Monterrubio et al. 2002, Seixas & Mourão 2002, Vaughan et al. 2003, Brightsmith & Bravo 2006, Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006). Para tanto, são necessários monitoramentos de longo prazo para avaliar a importância relativa dos fatores extrínsecos e intrínsecos na dinâmica populacional.

A arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* é o maior representante da família Psittacidae medindo até 1 m de comprimento (Sick 1997) e pesando 1,3 kg (Guedes 2002). Tal espécie é citada no apêndice 1 do CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional da Flora e Fauna Selvagem em Perigo de Extinção), considerada ameaçada pela IUCN (BirdLife 2000), na lista brasileira oficial de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção e incluída no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA 2008). De coloração azul cobalto, degradé da cabeça para a cauda, contrastando com o amarelo ouro da pele nua no entorno da região perioftálmico, pálpebras e uma faixa na base da mandíbula. A cor da face inferior das rêmiges e retrizes é preta (Sick 1997, Forshaw 1978). Possui bico desmesuradamente grande utilizado para partir nozes duras (Yamashita & Valle 1993, Guedes 2002). No campo, sem grandes diferenças morfológicas externas é difícil diferenciar os sexos, exceto no período reprodutivo em que a fêmea fica com as penas da cauda desgastada ao incubar os ovos dentro do ninho (Guedes, 1993).

No passado era considerada abundante, com distribuição ampla e contínua abrangendo desde o sul da região amazônica até os Cerrados no Brasil Central e Pantanal (MMA 2008). Informações de campo sobre toda a área de ocorrência ainda são escassas, mas estudos na área de genética (Presti 2006, Faria et al. 2007) têm demonstrado que a distribuição atual pode estar disjunta, com três populações principais, as quais precisam ser confirmadas. A população atual foi estimada em 6.500 indivíduos, sendo que 64% relatados para o Pantanal Sul (MMA 2008, Tubelis & Tomas 2002, Nunes et al. 2006, Pivatto et al. 2008).

Residentes, sociais e conspícuas as araras azuis tornaram-se presas fáceis para o servirem como animal de estimação, devido a sua rara beleza e inteligência. Estimativas sugerem que mais de 10 mil

indivíduos foram retiradas da natureza até a década de 80, quando a grupo silvestre foi estimada entre 2500 e 3000 (Munn et al 1987). Embora o tráfico tenha diminuído principalmente na região do Pantanal Sul, cerca de 60 indivíduos foram retirados do seu habitat nos últimos seis anos, 50% delas sendo transportadas por um único traficante, que transportava os indivíduos do Brasil para a Bolívia (Presti 2006, Herrera & Hennessey 2007, Guedes, dados não publicados).

No Pantanal Sul, os principais fatores extrínsecos que ameaçam *A. hyacinthinus* são as ações antrópicas que levam a descaracterização do habitat, por destruição, fragmentação ou degradação, através de queimadas, desmatamentos e excesso de pisoteio pelo gado (Guedes 1993, Johnson et al. 1997, Padovani et al. 2004, Harris et al. 2005, Santos Jr. et al. 2006, Santos Jr. et al. 2007).

A arara azul é uma espécie altamente especializada quanto aos requerimentos de habitat e segundo Guedes (1995, 2004) *A. hyacinthinus* é praticamente dependente de três espécies vegetais, para sua sobrevivência no Pantanal, sendo duas palmeiras cujas nozes ela utiliza para alimentação: o acuri (*Scheela phalerata*) e a bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), e o manduvi (*Sterculia apetala*) espécie de maior importância, onde são encontrados 95% dos ninhos (Guedes 1993, Pinho & Nogueira 2003). Na hora de se reproduzir *A. hyacinthinus* se mostraram monogâmicas e altamente fiéis aos locais de nidificação (Guedes 1993, Miyaki et al 1995, Presti, 2006, Faria et al. 2007).

A situação da arara azul começou a mudar no Pantanal, com o início do Projeto Arara Azul em 1991, com o objetivo de manutenção das populações de *A. hyacinthinus* a médio e longo prazo no seu habitat, bem como a utilização da espécie, como bandeira, para a conservação da biodiversidade. Os primeiros trabalhos sobre a biologia reprodutiva desta espécie foram realizados no Pantanal da Nhecolândia. Com o passar do tempo, principalmente com a implantação da primeira base

de campo, em 1998, no Pantanal de Miranda, vários pesquisadores e instituições foram envolvidos e estudos biológicos, ecológicos, comportamentais, genéticos, sanitários e de manejo começaram a ser realizados (Guedes 1995, 2004, Guedes & Harper 1995, Miyaki et al. 1995, Santos Jr. et al. 2006 e 2007, Presti 2006, Raso et al. 2006, Schneider et al. 2006, Faria et al. 2007, Ueno 2007, Pizo et al. 2008, Allgayer et al. 2009 (no prelo)). Paralelamente, atividades de educação ambiental (Corrêa & Guedes 2006), comunicação e mais recentemente de oficinas de geração de renda, tornaram-se um dos instrumentos mais importantes, para o envolvimento do grupo, usando aspectos da cultura local a favor da conservação da biodiversidade.

Em 2001, outras pesquisas com *A. hyacinthinus* começaram a ser realizadas no Pantanal de MT na Reserva do SESC (P. Antas, com. pessoal) e na Fazenda São Francisco do Perigara (P. Scherer Neto, G. Silva e N. Guedes, dados não publicados). Em 2007 estudos populacionais com a espécie começaram na Bolívia (M. Herrera, com. pessoal) e mais recentemente, em 2008 na região do Pará (F. Presti, com. pessoal). Espera-se que todos estes trabalhos possam contribuir para a conservação das araras azuis em seu ambiente natural.

O objetivo deste trabalho foi verificar o sucesso reprodutivo das araras azuis *A. hyacinthinus*, durante o período de 1998-2007 na sub-região de Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, bem como verificar os fatores que podem influenciar na dinâmica populacional na região e assim, obter mais ferramentas para a conservação da espécie e da biodiversidade como um todo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Local do Estudo

Este estudo foi realizado no Pantanal, na sub-região de Miranda (Silva & Abdon 1998), Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A base principal foi instalada no Refúgio Ecológico Caiman - REC (19°51´-19°58´S e 56°17´-56° 24´W), distante 36 km da cidade de Miranda, com mais sete fazendas ao redor, sendo todas elas propriedades privadas.

Os ambientes que compõem essa região são: Floresta Estacional Semidecidual com vegetação arbórea alta variando de 20 a 25 m, em terrenos mais elevados e quase nunca alagados; Campos de inundação ou Pantanal, coberto por savanas (pastagem nativa), periodicamente alagados e permeados por: Cordilheiras em forma de cordões de mata que vão se emendando, tornando-se extensos, alongados e de largura variável com árvores de 15-20m; Capões que são ilhas de mata definida, circulares ou semi-circulares, com vegetação variando de 5 a 20m de altura; Mata Ciliar que são matas de galerias a longo dos rios Aquidauana e Miranda, com vegetação podendo variar de 10 a 20 m; Vazantes são pequenas depressões do terreno que ocorrem nos campos do Pantanal, formando rios temporários em grandes áreas de inundação, limitadas pelas bordas das cordilheiras e capões; Baías, são lagoas temporárias (rasas) ou permanentes (mais profundas) e por fim; Campos formados por áreas abertas, de pastagem exótica, onde o Cerradão foi suprimido, mantendo árvores de maior porte (Silva et al. 2000).

A temperatura média anual é de 25°C e o regime das chuvas (novembro a abril) compreende duas estações relativamente bem definidas, que é o inverno seco e o verão chuvoso. Na Figura 1 é

apresentada à temperatura média anual máxima, média e mínima no Pantanal, no período de 1995 a 2007, segundo dados não publicados da Embrapa, CPAP-Pantanal. Na Figura 2 é mostrado a pluviosidade média anual de 1995 a 2007 para o Pantanal de Miranda, segundo dados não publicados e coletados pelo Refúgio Ecológico Caiman. Na Figura 3 é possível visualizar a pluviosidade média mensal para a sub-região de Miranda, Pantanal, estado de Mato Grosso do Sul, no período de 1995 a 2007. Por fim, na Figura 4 é apresentado o cruzamento da temperatura média anual e da pluviosidade durante o período de 1995 a 2007.

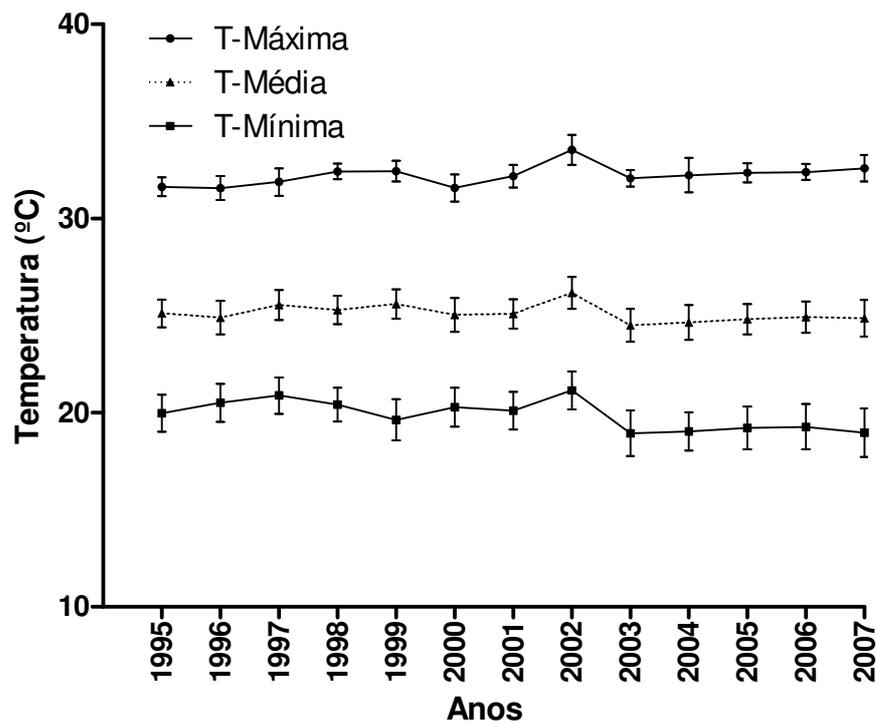


Figura 1 - Temperatura média anual máxima, média e mínima de 1995 a 2007 no Pantanal, dados não publicados (Embrapa, CPAP-Pantanal).

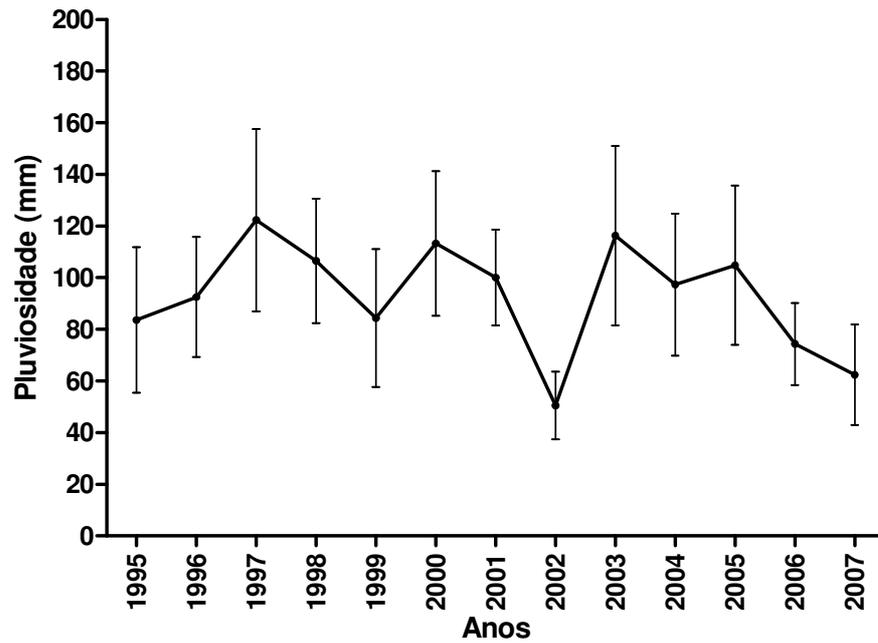


Figura 2 - Pluviosidade média anual para o período de 1995 a 2007, para a sub-região de Miranda, Pantanal, MS, dados não publicados e coletados pelo Refúgio Ecológico Caiman.

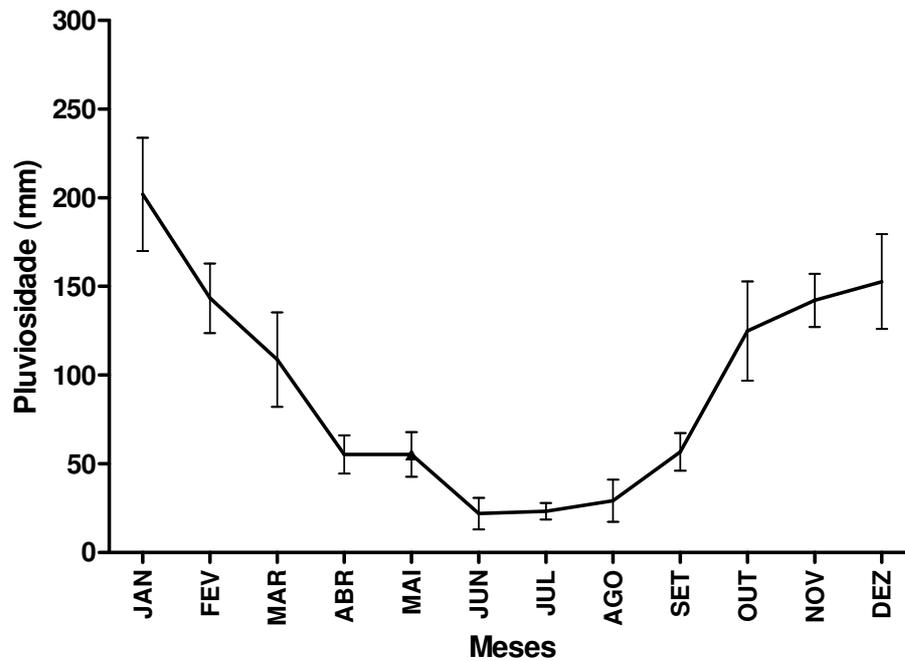


Figura 3 - Pluviosidade média mensal para o período de 1995 a 2007, da sub-região de Miranda, Pantanal, MS, dados não publicados e coletados pelo Refúgio Ecológico Caiman.

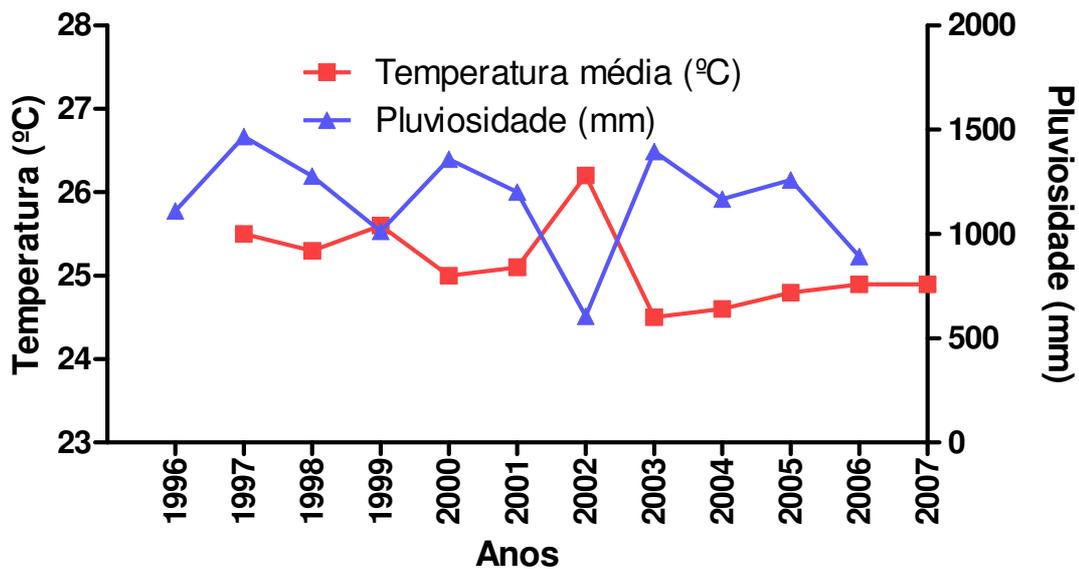


Figura 4 – Temperatura média e pluviosidade no Pantanal de 1995 a 2007.

As pesquisas do Projeto Arara Azul iniciado em 1990 no Pantanal Sul (Guedes 1999, 2000), começaram na sub-região de Miranda em novembro de 1995, quando foram registrados 16 ninhos, com sete pares reprodutivos ao mesmo tempo em que eram monitorados 136 ninhos em outras sub-regiões. Na Figura 5 pode-se observar o Pantanal de Miranda e outras sub-regiões do Pantanal que tiveram ninhos monitorados nesta pesquisa.

Em 1996, o Pantanal de Miranda foi monitorado apenas duas vezes, em setembro e dezembro, mais 15 ninhos foram cadastrados, totalizando 30 ninhos, dos quais 19 estavam com casais reprodutivos. Na ocasião, comparando a sub-região de Miranda com as outras sub-regiões do Pantanal que estavam sendo monitoradas, notou-se que havia uma escassez maior de cavidades devido ao desmatamento para implantação de pastagem exótica. Por isso, entre julho e setembro de 1997, 29 ninhos artificiais foram instalados na região (Guedes 2000) e mais onze ninhos naturais foram encontrados, totalizando 50 ninhos monitorados, dos quais 22 tiveram pares reprodutivos. Somando com

as outras sub-regiões que, paralelamente, estavam sendo acompanhados no Pantanal Sul, totalizaram 160 e 176 ninhos monitorados, respectivamente, em 1996 e 1997.

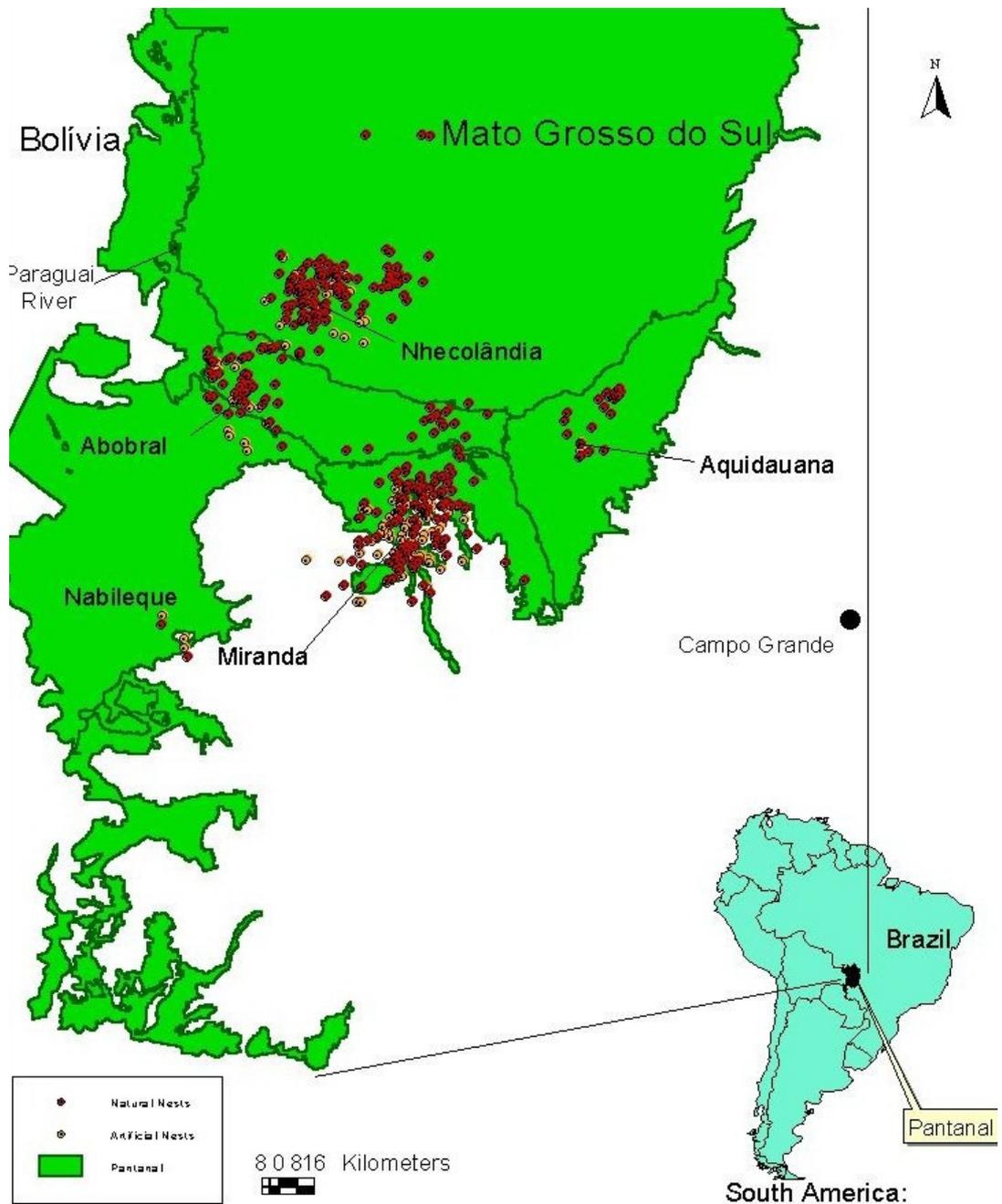


Figura 5 – Localização do Pantanal na América do Sul e algumas sub-regiões do Pantanal Sul com ninhos *A. hyacinthinus* cadastrados e monitorados. Elaboração: Andréia Carvalho Macieira e Neiva Guedes.

Em 1998, a partir da acessibilidade, logística e apoio aos trabalhos de campo, estes passaram a ser concentrados na região de Miranda. A partir daí, a área de 52.387 ha da fazenda Caiman foi amplamente amostrada para marcar todas as cavidades disponíveis para a reprodução das araras-azuis, *A. hyacinthinus*. Ninhos em outras sete propriedades das redondezas também foram cadastrados: Fazenda Novo Horizonte, Fazenda Damaro, Fazenda Nova Miranda, Fazenda Santa Delfina, Fazenda San Francisco, Fazenda Rancho Alegre e Chácara Santa Cruz, totalizando uma área de aproximadamente 90 mil ha.

Na Figura 6 pode ser observada, com maiores detalhes, a localização dos ninhos cadastrados na região do Pantanal de Miranda, no período de 1998-2007. Ainda em 1998, mais 36 ninhos artificiais foram instalados na Caiman e região (Guedes 1999b), totalizando 110 ninhos monitorados, dos quais 46 estavam com pares reprodutivos. A Figura 7 mostra a evolução dos monitoramentos e dos pares reprodutivos na sub-região do Pantanal de Miranda, que em função da instalação dos ninhos artificiais e recuperação dos ninhos naturais se transformou num centro ou "refúgio de reprodução" (Guedes 2000). À partir de 1998, vários casais de *A. hyacinthinus*, das proximidades, começaram a se reproduzir na região, totalizando 83 pares reprodutivos em 2005.

Assim sendo, este trabalho analisa 10 estações reprodutivas das araras azuis, *A. hyacinthinus*, no período de 1998-2007, quando foi possível monitorá-los desde o início até o final da estação reprodutiva. Em função do potencial de trabalho, a maioria das cavidades foi localizada no REC, que totalizou 63% (n= 71) dos 112 ninhos naturais cadastrados e 61% (n= 63) dos 102 ninhos artificiais instalados na região.

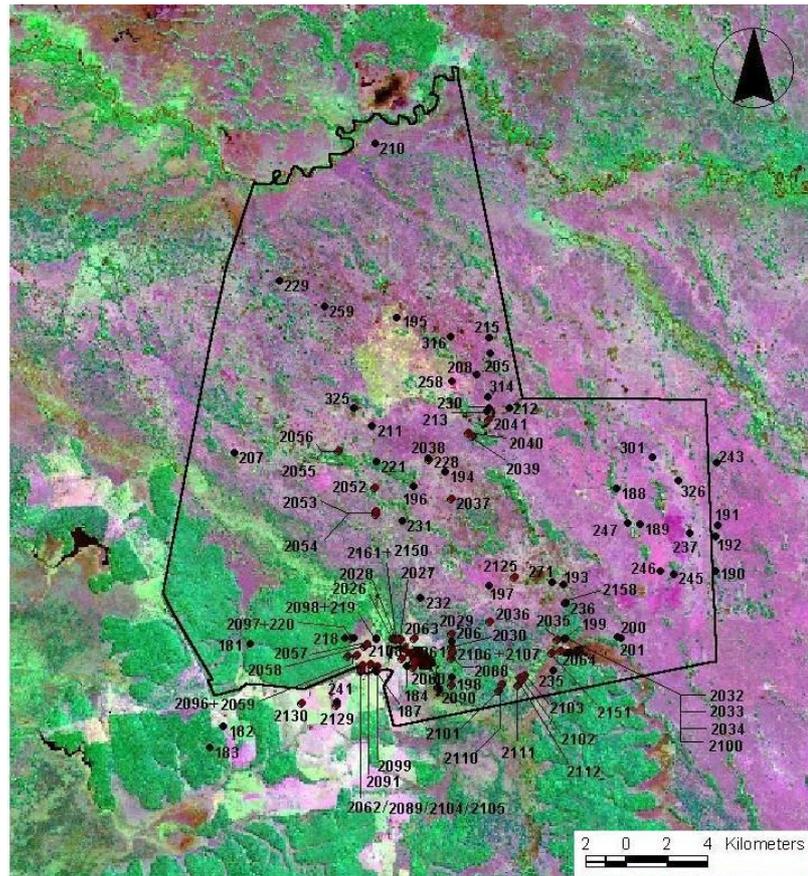


Figura 6 – Mapa dos ninhos naturais cadastrados e artificiais instalados para as araras azuis no Refúgio Ecológico Caiman (REC, delimitado) e redondezas, Pantanal de Miranda, MS (Elaboração: Andréia M. Carvalho e Neiva M.R. Guedes). .

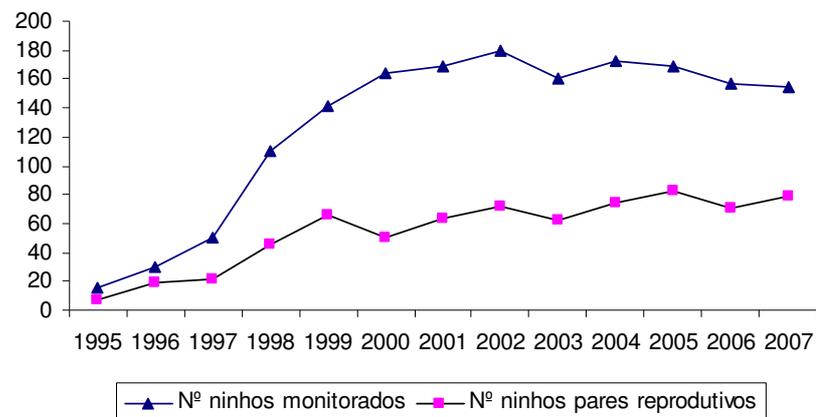


Figura 7 – Número de ninhos monitorados e número de ninhos com pares reprodutivos de *A. hyacinthinus*, na sub-região de Miranda, Pantanal de Mato Grosso do Sul, no período de 1995 a 2007.

## **Métodos**

Ninhos foram encontrados por meio da busca diária de espécies arbóreas com cavidades, vocalizações e indícios da presença de *A. hyacinthinus*, bem como a informação de moradores locais, fazendeiros e funcionários. As árvores com cavidades só foram consideradas *ninhos* após a observação de comportamento reprodutivo e ou postura de ovos pelas *A. hyacinthinus* em pelo menos uma estação reprodutiva. As árvores com ninhos foram cadastradas, marcadas e georeferenciadas conforme descrito por Guedes (1993) e Guedes e Seixas (2002) e apresentadas na Figura 6. Durante o período pré-reprodutivo, de Maio a Junho de cada ano, os ninhos foram vistoriados e, sempre que possível recuperados para permitir melhor utilização pelas araras azuis.

A cada ano, novos ninhos foram procurados e juntamente com os cadastrados em anos anteriores, foram monitorados mensalmente, principalmente entre julho e dezembro. O monitoramento consistia em escalar a árvore com equipamento de alpinismo (corda, ascensores, descenderes, mosquetões, cadeirinha e peitoral) para chegar até a cavidade e vistoriar o interior do ninho. Esta atividade não levava mais que 20 minutos.

Foram verificadas atividades de comportamento reprodutivo (cópula, defesa de ninho) bem como, os vestígios encontrados dentro dos ninhos, como cama pronta, ovos, filhotes, restos de cascas de ovos, penas, ocupação por outras espécies ou ninho vazio.

Uma vez encontrado ovo dentro do ninho, este foi examinado com ovoscópio ou lanterna, para verificar o período de desenvolvimento. A partir desta informação o ninho era vistoriado com maior frequência (diária, semanal ou quinzenal) para acompanhar o período de eclosão e sobrevivência do filhote nos primeiros dias de

vida. Alguns ninhos foram encontrados com filhotes e estes foram acompanhados até o completo desenvolvimento do filhote e abandono do ninho. Porém estes ninhos não foram considerados para o cálculo de produtividade.

O número de ninhos monitorados (Figura 7) variou a cada ano, devido realização de outras atividades no campo, distância dos ninhos e os recursos disponíveis em cada período. Além disso, algumas árvores se deterioraram e os ninhos se tornaram inviáveis ao longo do período analisado, às vezes, perigosas ou impossibilitando apenas o monitoramento, mas ainda utilizado pelas araras e outras inviáveis também para estas aves. Por isso, foi encontrado um número diferente de árvores ninhos e ninhos ativos a cada ano.

Nem todos os ninhos ocupados pelas *A. hyacinthinus* foram ativos numa dada estação reprodutiva. Algumas vezes o casal ficava explorando, fazendo a cama e defendendo o ninho, no começo ou durante a estação reprodutiva, mas não fazia postura de ovos ou o ninho era ocupado por outras espécies. Nestes casos os ninhos foram considerados com pares reprodutivos sem sucesso, pois não fizeram postura de ovos.

Foi definido como *ninho ativo*, em determinado ano, todo ninho que teve pelo menos uma postura de ovos por *A. hyacinthinus*, durante aquela estação reprodutiva. O ninho foi considerado com sucesso com ovos quando houve a eclosão de ovo. O ninho foi considerado com falha ou perda, quando falhou na eclosão de um ovo ou sobrevivência de um filhote. Definimos como falha ou perda, parcial ou total. Assim, um ninho pode ter falha parcial de um ovo e sucesso com o outro ou pode ter falha parcial de um ovo, sucesso com o outro e sucesso com o filhote ou perda total se acontecer o inverso. Um ninho foi considerado com sucesso com quando dele voou pelo menos um jovem de arara azul.

Uma amostra de 430 ninhos com 786 ovos foi usada para análise do percentual de ninhos que tiveram nova postura. E uma amostra com 708 ovos com data conhecida ou estimada da postura e nascimento dos filhotes foi usada para construir o gráfico de postura de ovos, produção de filhotes e vôo dos jovens.

A *produtividade* de *A. hyacinthinus* foi calculada dos ninhos que foram vistos com ovos, e significa o número total de ovos postos, por fêmea reprodutiva. Segundo Vielliard (1974) a produtividade ou fecundidade é o potencial reprodutivo da população. A *taxa de reprodução* é o número de filhotes que voaram em relação ao número de casais que se reproduziram, ou seja, tiveram a postura de ovo e o *sucesso reprodutivo* é dado pelo número total de filhotes que voaram pelo número de casais que tiveram filhotes.

Neste trabalho, os parâmetros reprodutivos foram divididos em: *ovo* (desde o primeiro dia da postura) até a eclosão, *filhote* desde o nascimento até aproximadamente 90 dias e *jovens*, quando sobreviveu e deixou o ninho voando. Antes de voarem, todos os filhotes foram levados até o chão, pesados, medidos, anilhados e, a partir de 2002 também microchipados. Os filhotes tiveram sangue coletado para análise de DNA e sexagem realizada pelo Laboratório de Genética e Evolução Molecular do IB-USP, bem como coleta de material biológico (sangue, fezes, *swabs* da coana e cloaca) para estudo de sanidade destas aves por pesquisadores associados do Curso de Medicina Veterinária da UNIDERP, ULBRA-RS e UNESP, entre outros.

### **Análise estatística**

Para análise das médias todos os ninhos foram analisados nos três estágios da reprodução: ovos, filhotes e jovens, bem como a perda de ovos e mortalidade de filhotes. Para cada ano, foi verificado

desde a data de postura, perda de ovos, número de filhotes produzidos, mortalidade dos filhotes e sobrevivência com vôo de jovens.

Foram obtidas as medidas de tendência central (média e desvio padrão) das variáveis de número de ninhos ativos, número de ovos postos, tamanho médio da postura, tamanho da ninhada, número de ovos e filhotes, número de jovens, produtividade e sucesso reprodutivo para o intervalo de tempo analisado.

Para escolha dos testes entre as variáveis foi realizado o teste de normalidade dos dados, para tanto foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov. O resultado obtido revelou que algumas variáveis apresentaram distribuição normal e outras apresentaram distribuição não normal. Assim, foi decidido utilizar testes não-paramétricos para todas as análises de comparação de médias e variância.

Para comparação entre os anos foram utilizados os testes de variância Kruskal-Wallis (KW) em nível de 5% de significância para número de ovos, filhotes e jovens; e perda de ovos e filhotes.

Foi observada ainda, a correlação entre as temperaturas (máxima, mínima e média) médias para cada ano com os dados de sucesso reprodutivo. Para tanto, foi utilizada a correlação não-paramétrica de Spermann.

As estimativas temporais para as variáveis populacionais: número de ovos, filhotes e de jovens, taxa reprodutiva e sucesso reprodutivo foram obtidos a partir do uso de regressão linear para um nível de certeza de 95%. Finalmente para a construção da curva de sobrevivência foi utilizada uma equação não linear ( $Y = y_0 \exp^{[k \cdot x]}$ ). As análises foram realizadas no aplicativo GraphPad Prism v.5.

## RESULTADOS

### Tempo de reprodução

As atividades de comportamento reprodutivo começaram a ser observadas a partir de junho, com exploração de cavidades, formação de cama e defesa do ninho. O comportamento de cópula foi observado com maior frequência a partir do final de julho até agosto. A postura dos ovos foi assincrônica, com intervalo de 1 a 16 dias. O período de incubação foi de 28 dias e variou de 27 a 29 dias. O período de eclosão de 8 até 48 horas, com média de 24 horas.

O período de reprodução variou de ano para ano e embora tenha abrangido os meses de maio a abril, pode ser definido de julho a janeiro, por ser o período de maior número de ninhos ativos registrados neste estudo, conforme pode ser observado na Figura 8.

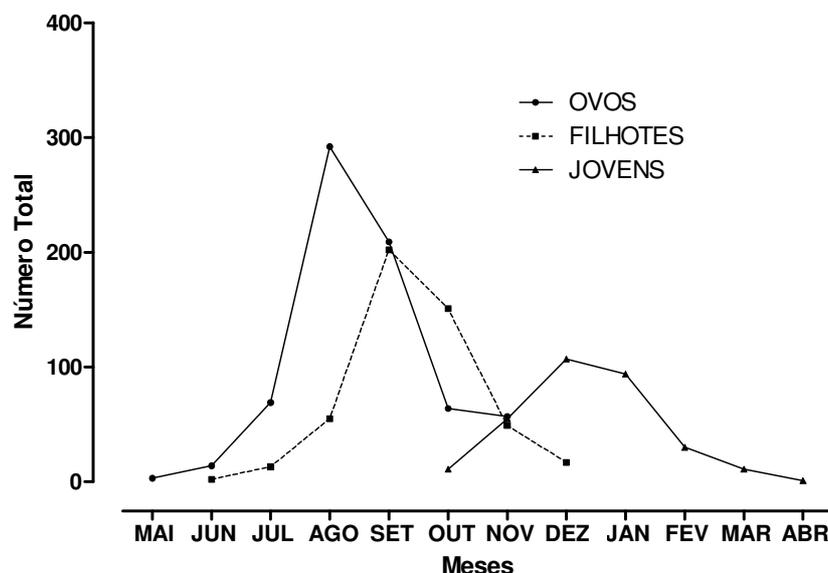


Figura 8 - Número total dos dez anos de ovos, filhotes e jovens de *A. hyacinthinus* (n=708 ovos), ao longo do período reprodutivo no Pantanal de Miranda.

Analisando uma amostra com o total de 708 ovos com data de postura conhecida verificou-se que o pico de postura de ovos foram os meses de agosto e setembro, com 71% (n=501) ovos postos. Quanto ao nascimento dos filhotes, a maioria aconteceu nos meses de setembro, seguido pelo mês de outubro, com 43% (n=202) e 32% (n=151), respectivamente.

Os jovens começaram a deixar os ninhos, ao voarem em outubro, mas o pico de abandono do ninho com o vôo dos jovens foi dezembro, com 35% (n= 107), sendo que poucos retardatários representados por 4% (n= 11) dos jovens, deixaram o ninho em março e apenas dois indivíduos, voaram em abril.

O ano em que a reprodução começou mais cedo foi 2002, quando um casal fez a postura de três ovos em maio. Em 2001, 2002, 2004, 2005 e 2007, a reprodução começou em junho com a postura total de 14 ovos. Nos demais anos, a postura começou em julho e em geral durou até novembro. Apenas no ano de 2003 ela foi de julho a outubro. As posturas finais mais tardias foram realizadas em dezembro, nos anos de 1999, 2004, 2006 e 2007, com um total de 11 ovos. Os filhotes mais retardatários nasceram nos dias 30 e 31 de dezembro de 2004, eram irmãos e apesar de demorarem mais para crescerem e se desenvolver voaram em abril de 2005.

### **Sucesso reprodutivo**

Durante o período estudado um total de 1577 ninhos foram monitorados com uma média de  $158 \pm 19.9$  ninhos por ano. No total, foram observados 672 ninhos com pares reprodutivos (média  $67 \pm 11.8$ /ano), dos quais 489 foram ativos com ovos (média  $49 \pm 7.7$ /ano).

Nas dez estações reprodutivas analisadas, em média 73% dos ninhos com pares reprodutivos (n= 672) tiveram sucesso com a postura de ovos, sendo que o número de ninhos ativos variou de 37 em 1998 a 58 em 2007. Um total de 320 ninhos teve sucesso com a eclosão dos filhotes, o que representou 65% dos ninhos ativos (Tabela 1). Dos ninhos com filhotes, 78% (n= 250) voaram. A variação do número de ninhos com filhotes foi de 25 a 41.

Nesse período foi contabilizado um total de 892 ovos postos. Em média 55% tiveram sucesso com a eclosão do filhote e 45% dos ovos falharam. O ano com menor número de perda de ovos foi 1998 (n= 26) ao contrário de 2007, que foi o ano de maior número de perdas (n= 53). Na estação reprodutiva de 1999, 54% (n= 49) da postura de ovos foi perdido, sendo este o ano com maior percentual de perdas de ovos.

Porém, alguns casais de *A.hyacinthinus*, fizeram nova postura de ovos após a perda de ovos ou até mesmo filhotes. De uma amostra com 430 ninhos, 54% (n= 234) tiveram perda de ovos, e destes, 23% (n= 54) fizeram nova postura. A análise da postura de ovos desta grupo amostrada totalizou 786, dos quais 45% (n= 327) foram perdidos (Figura 9). Entretanto, mais 33 filhotes provenientes de 97 ovos de novas posturas foram acrescentados à grupo reprodutiva amostrada.

Tabela 1 - Parâmetros reprodutivos da arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* na sub região de Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, no período de 1998-2007. É mostrada Média  $\pm$  DP.

Parâmetros	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média
Nº ninhos c/pares reprodutivos	46	66	50	69	72	62	74	83	71	79	672
Nº ninhos Ativos (ovos)	37	50	40	53	50	39	58	54	50	58	489
Sucesso dos ninhos (%)	80	76	80	77	69	63	78	65	70	73	73
Nº de ovos postos	66	91	71	95	92	69	112	104	84	108	892
Tamanho médio da postura	1.8 $\pm$ 0.4	1.8 $\pm$ 0.4	1.8 $\pm$ 0.5	1.8 $\pm$ 0.6	1.8 $\pm$ 0.6	1.8 $\pm$ 0.5	1.9 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 0.5	1.7 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 0.6	1.8 $\pm$ 0.5
Sucesso de eclosão, por ninho (%)	68	60	68	68	66	64	71	70	60	60	65
Tamanho da ninhada por ninho	1.6 $\pm$ 0.5	1.4 $\pm$ 0.5	1.5 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.6	1.6 $\pm$ 0.5	1.5 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.5	1.5 $\pm$ 0.6	1.6 $\pm$ 0.5	1.5 $\pm$ 0.5
Sucesso de jovens por filhote (%)	48	60	62	63	67	61	69	65	67	64	63
Jovens voaram por ninho	1.1 $\pm$ 0.3	1.3 $\pm$ 0.5	1.2 $\pm$ 0.4	1.3 $\pm$ 0.5	1.2 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.4	1.3 $\pm$ 0.5	1.3 $\pm$ 0.5	1.2 $\pm$ 0.5	1.3 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.4
Sucesso de jovens por ovo (%)	29	27	34	38	38	33	39	38	36	32	35
Sucesso reprodutivo*	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0

Sucesso reprodutivo = nº de jovens que voaram/nº de casais que tiveram filhotes

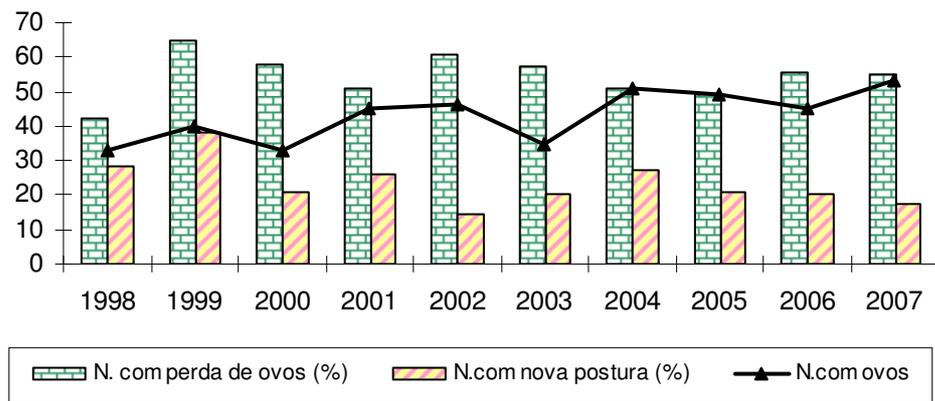


Figura 9 – Número de ninhos (N) com ovos (linha) e o percentual de ninhos com ovos perdidos e de ninhos com nova postura, em uma amostra de 430 ninhos de *A. hyacinthinus* em dez estações reprodutivas.

A postura média de *A. hyacinthinus* por ninho no Pantanal de Miranda foi de  $1.8 \pm 0.5$  ovos por casal. Considerando uma amostra de 487 ninhos no período de estudo, 69% tiveram a postura de dois ovos por ninho, 25% tiveram a postura de um ovo e 6% postura de três ovos. O ano com maior número de postura com três ovos, foi 2004 com oito casais, que representou 21% dos ovos postos. Quanto à sobrevivência de três filhotes por casal foi observada apenas em dois ninhos, em 2001 e 2006, mas sem sucesso de vôo para os três jovens.

O tamanho médio da ninhada da araras azuis *Anodorhynchus hyacinthinus* foi de  $1.5 \pm 0.5$  filhotes/casal e um total de 494 filhotes foi produzido no período analisado. De uma amostra de 315 ninhos, 53% (n=169,  $16.9 \pm 4.7$ ) produziram dois filhotes, 46% (n= 144,  $14.4 \pm 2.8$ ) produziram um filhote cada um e o restante, três filhotes, conforme pode se observar na Figura 10. Nela pode-se verificar que ao longo dos anos as médias de um, dois ou três filhotes variaram muito e que de 2001 a 2005 foi o período em que mais ovos e filhotes foram produzidos.

Dos 320 ninhos que tiveram filhotes, em média 63% tiveram sobrevivência dos jovens nas dez estações analisadas, sendo que o número de ninhos com jovens variou de 17 a 34, em 1998 e 2004, respectivamente. No final, dos dez períodos reprodutivos analisados 311 jovens voaram de 250 ninhos, dando uma média de  $1.2 \pm 0.4$  de jovens por ninho, na sub-região de Miranda, no Pantanal de Mato Grosso do Sul. Em média, em 76% (n= 189) dos ninhos vôu um jovem enquanto que em 24% (n= 61) dos ninhos voaram dois jovens.

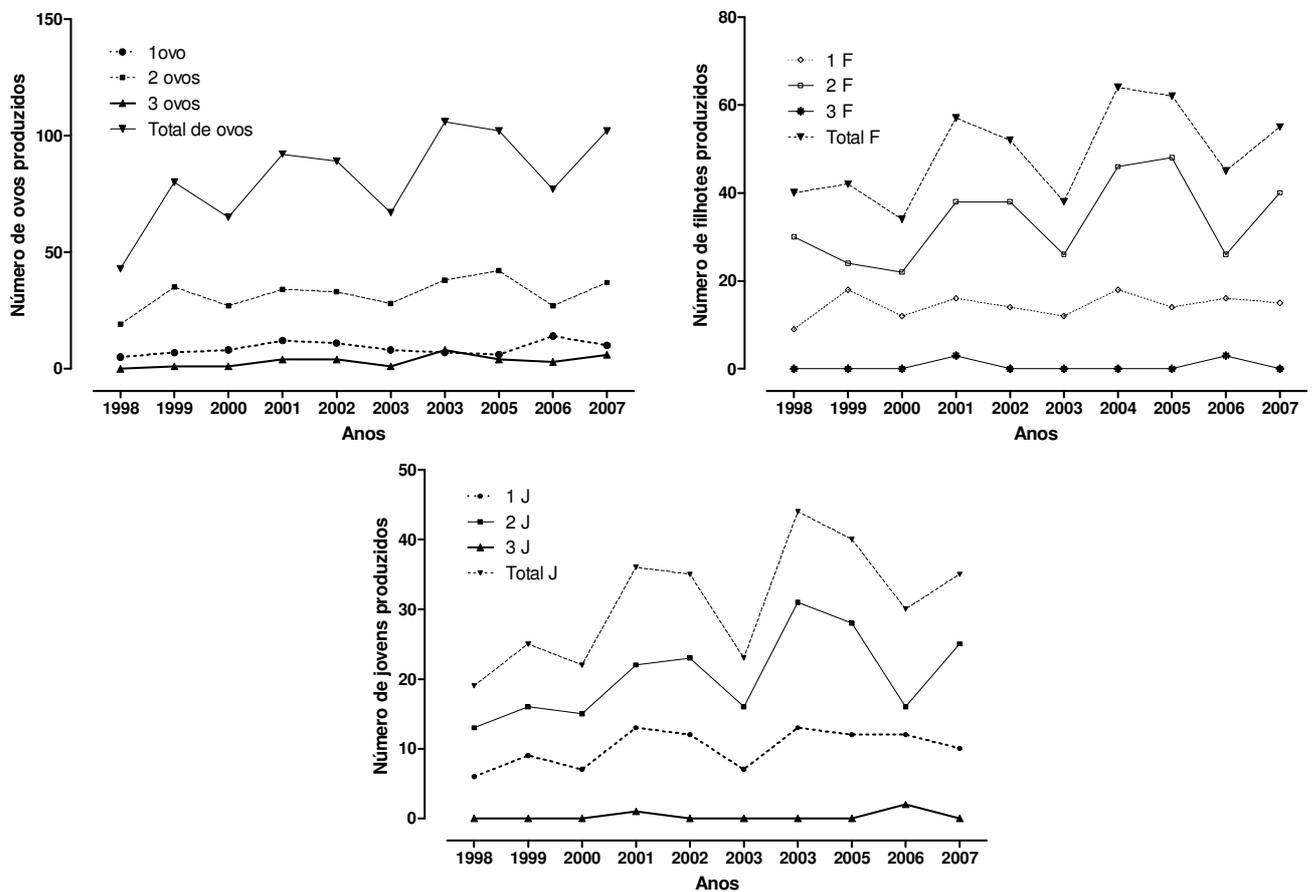


Figura 10 - Número total de 1, 2 e 3 ovos, filhotes e jovens produzidos por ninhos de arara azul no Pantanal de Miranda no período de 1998 a 2007.

Em média, 35% dos ovos produzidos tiveram sucesso com a sobrevivência e vôo dos jovens, variando de 27%, em 1998 a 39% em 2004. A taxa de reprodução dos dez anos ou o número de jovens que

voaram por número de ninhos que tiveram ovos, teve uma média de 0.6 jovens por ninho, variando de 0.5 a 0.8. O sucesso reprodutivo teve a média de 1.0 jovens por casal que produziu filhote e variou de 0.8 a 1.1.

### **Produtividade**

A produtividade das araras azuis *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda, foi obtida através das variáveis reprodutivas de 440 fêmeas ou casais com a postura de 823 ovos (Tabela 2). As posturas variaram de 43 a 106 ovos. O tamanho médio da postura foi de  $1.9 \pm 0.1$ , sendo que 75% foram provenientes de postura com dois ovos, 14% de postura com um ovo e o restante de três ovos.

Em média, o sucesso de eclosão dos ovos foi de 50%, com um total de 436 filhotes nos dez anos. Esse percentual variou de 41% em 1999 e 2003 a 59% em 2005. Porém, o ano com menor número de eclosão de ovos foi 1998 com o nascimento de 21 filhotes e o maior número de eclosão foi em 2004 com 61 filhotes produzidos de uma postura de 106 ovos. O tamanho médio da ninhada foi  $1.4 \pm 0.1$  filhote por ninho. De um total de 436 filhotes produzidos, em média 61% tiveram sucesso com a sobrevivência e vôo dos jovens. Por outro lado, a mortalidade de filhotes, foi de 62% em média nos anos analisados nesta amostra. Vale ressaltar que um ninho com dois ovos, por exemplo, pode ter sucesso com um ovo e falha com outro, na mesma estação reprodutiva. O mesmo pode acontecer com ninho com dois filhotes. Desta forma, o número de jovens que voaram por ninho foi de  $1.3 \pm 0.1$ . O sucesso de jovens por ovo foi de 32% em média, variando de 19 a 39%.

Tabela 2 – Produtividade de fêmeas (n= 440) de arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul, no período de 1998-2007. É mostrada Média  $\pm$  DP.

Parâmetros	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Média
Nº ninhos Ativos (ovos)	24	43	36	50	48	37	53	52	44	53	440
Nº de ovos postos	43	80	65	92	89	67	106	102	77	102	823
Tamanho médio da postura	1.8 $\pm$ 0.4	1.9 $\pm$ 0.4	1.8 $\pm$ 0.5	1.8 $\pm$ 0.5	1.9 $\pm$ 0.5	1.8 $\pm$ 0.5	2.0 $\pm$ 0.6	2.0 $\pm$ 0.4	1.8 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 0.5	1.9 $\pm$ 0.1
Sucesso de eclosão, por ovos (%)	49	41	51	49	49	41	51	59	55	63	50
Tamanho da ninhada por ninho	1.5 $\pm$ 0.5	1.4 $\pm$ 0.5	1.5 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.6	1.6 $\pm$ 0.5	1.5 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.5	1.7 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.6	1.6 $\pm$ 0.5	1.4 $\pm$ 0.5
Mortalidade de filhote por ninho (%)	93	61	55	61	52	63	53	61	58	60	62
Sucesso de jovens por filhote (%)	38	58	64	63	67	59	67	63	64	63	61
Jovens voaram por ninho	1.3 $\pm$ 0.5	1.5 $\pm$ 0.5	1.2 $\pm$ 0.4	1.3 $\pm$ 0.5	1.2 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.4	1.3 $\pm$ 0.5	1.4 $\pm$ 0.5	1.3 $\pm$ 0.4	1.3 $\pm$ 0.5	1.3 $\pm$ 0.1
Produtividade	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	2.0	2.0	1.8	1.9	1.9
Sucesso de jovens por ovo (%)	19	24	32	37	37	33	39	37	32	30	32

A produtividade média foi de 1.9 ovos por fêmea no período analisado, enquanto que a taxa de reprodução média foi de 0.6 jovens por casal, 0.3 em 1998 a 0.8 em 2004. O sucesso reprodutivo médio da amostra de 823 ovos, nas dez estações reprodutivas do Pantanal de Miranda foi de 1.0 jovens por casal com filhote. Esse número variou de 0.6 a 1.1 jovens.

Os resultados obtidos quanto à média das variáveis ovos (KW= 9.34; p= 0.40), filhotes (KW= 9.16; p= 0.42) e jovens (KW= 6.61; p= 0.67) não variaram significativamente ao longo dos anos. Porém, quando comparados com a perda de ovos (KW= 9.16; p= 0.42) e filhotes (KW= 19.16; p= 0.02) apenas este último variou quanto ao número médio de mortalidade entre os anos (Figura 11). Observa-se que as médias ao longo dos anos foram levemente variáveis, mesmo a mortalidade de filhotes tendo variado significativamente. Essa variação ao longo do ano é resultado da dinâmica populacional normal em função de variações do próprio ambiente físico e estes resultados serão discutidos com mais detalhes no próximo capítulo.

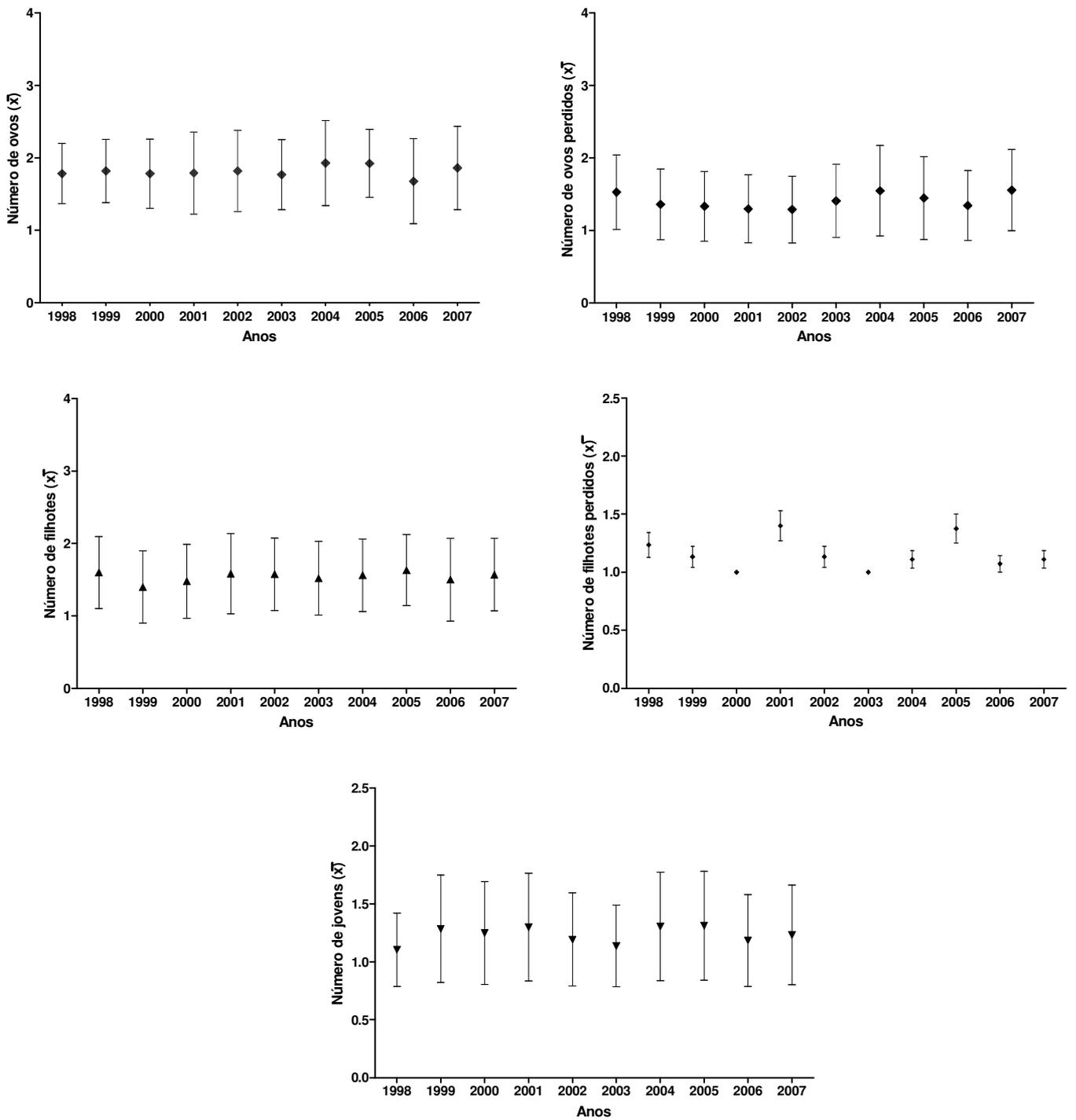


Figura 11: Número médio anual para variáveis ovos, filhotes, jovens, perda de ovos e perda de filhotes de *A. hyacinthinus* em dez anos estações reprodutivas no Pantanal de Miranda.

De modo geral os resultados ao longo dos 10 anos estudados mostram uma tendência positiva no aumento da grupo (Figura 12). A previsão é um incremento de  $3,1 \pm 1,5$  ovos,  $1,7 \pm 0,9$  filhotes e  $1,5 \pm 0,6$  jovens a cada ano. O modelo linear explicou  $r^2= 0,35$ ;  $r^2= 0,29$  e  $r^2= 0,39$  para ovos, filhotes e jovens respectivamente.

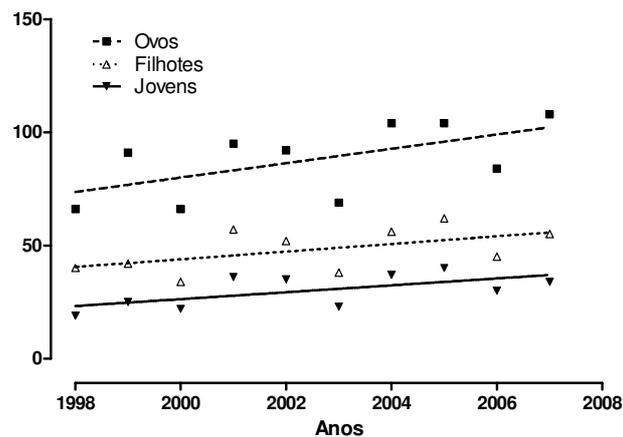


Figura 12 - Regressão linear para os resultados obtidos para ovos, filhotes e jovens de arara azul no Pantanal de Miranda, durante o período estudado.

Avaliando o número de ovos por fêmea constata-se que não houve nenhuma alteração ao longo dos dez anos, mantendo a média de  $1,8 \pm 0,1$ . Porém, quanto à taxa de reprodução observou-se uma leve tendência no aumento da relação número de jovens por casais reproduzindo (postura de ovos). Apesar de a regressão explicar apenas 20% dos dados observados o incremento da reta foi de 0,014 os quais equivalem a um jovem a mais na grupo a cada 100 posturas realizadas (Figura 13).

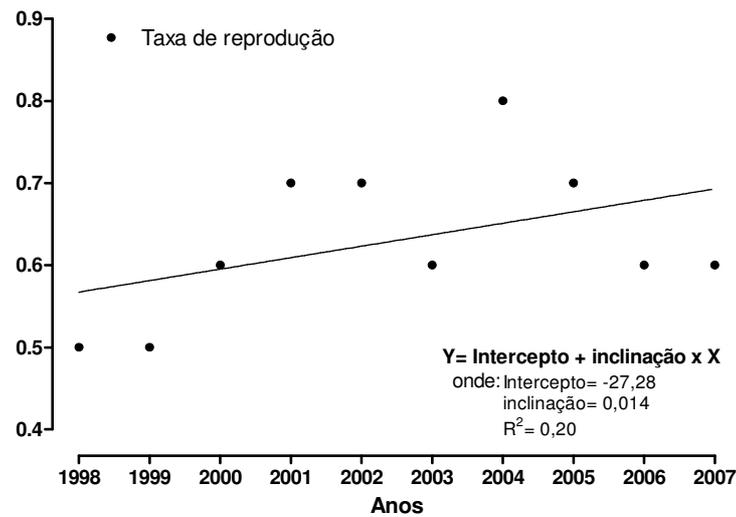


Figura 13 - Relação da taxa de reprodução da *A. hyacinthinus* no período de 1998-2007, na sub-região de Miranda, Pantanal, MS.

Quanto aos resultados obtidos para o sucesso reprodutivo, ou seja, o número de jovens que voaram pelo número de casais que tiveram filhote, observa-se que ele é flutuante ao longo dos dez anos (Figura 14). Isto é confirmado com os dados obtidos para a taxa de reprodução, só que neste caso, a cada 100 casais que produzem filhotes quatro jovens efetivamente são acrescentados no grupo do Pantanal de Miranda (Figura 15).

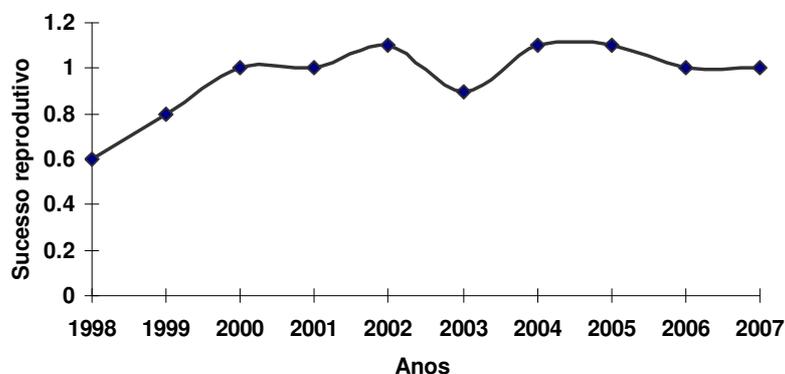


Figura 14 – Sucesso reprodutivo de *A. hyacinthinus* (n= 440 ninhos) em dez estações reprodutivas no Pantanal de Miranda.

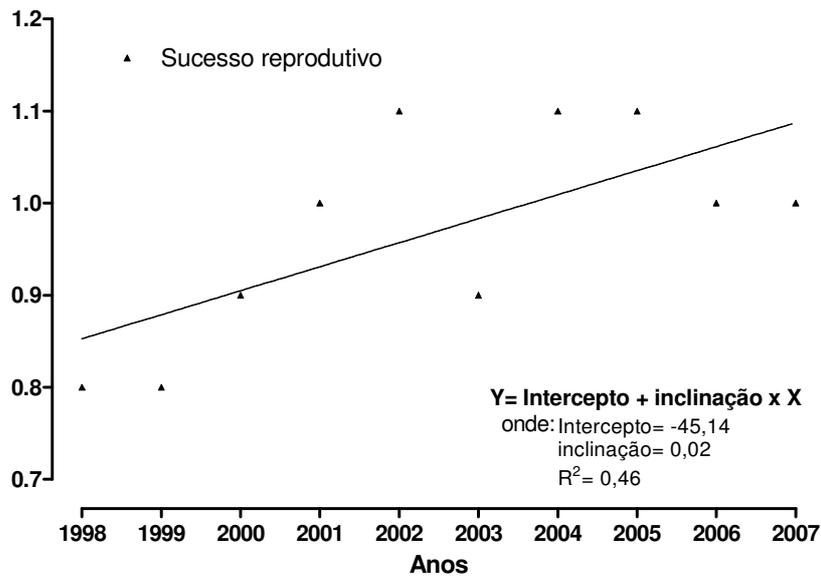


Figura 15 - Relação entre o sucesso reprodutivo por casal de *Anodorhynchus hyacinthinus* no intervalo de dez anos de estudo, no Pantanal de Miranda.

A correlação de Sperman para médias das variáveis da temperatura máxima, média e mínima, resultou numa relação inversa com o sucesso reprodutivo, sendo 68, 67 e 73% respectivamente. Com a média dos dez anos de cada uma das fases da reprodução foi elaborada a curva de sobrevivência da arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* (Figura 16). As perdas foram grandes entre as fases, onde do total de ovos produzidos apenas 35% chegam à fase jovem.

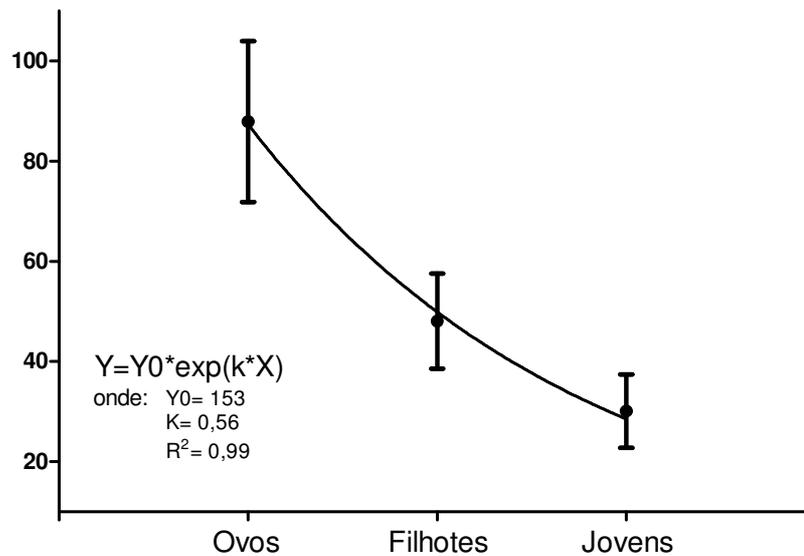


Figura 16: Curva de sobrevivência da arara-azul *A. hyacinthinus* referente a média e desvio padrão do dez anos, no Pantanal de Miranda.

## DISCUSSÃO

Os resultados correspondentes aos dez anos de coleta de dados analisados neste trabalho mostraram uma tendência positiva no aumento do grupo de arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda, cuja média obtida é de  $3,1 \pm 1,5$  ovos,  $1,7 \pm 0,9$  filhotes e  $1,5 \pm 0,6$  jovens a cada ano. E, embora a produtividade tenha se mantido estável ao longo dos anos, análises da taxa de reprodução mostraram uma leve tendência de aumento que equivalem ao incremento de um jovem a mais a cada 100 posturas realizadas. Quanto ao sucesso reprodutivo, a média de *A. hyacinthinus* analisada foi de um jovem por casal, porém verificou-se uma ligeira flutuação da população o que pode estar relacionado com a dinâmica da própria espécie. Estes resultados estão dentro do esperado e de acordo com os encontrados para a mesma espécie no grupo da sub-região do Pantanal da Nhecolândia no período de 1991 a 1993 (Guedes 1993,

Guedes 1995, Guedes & Harper 1995) e também para outros psitacídeos, conforme relatos na literatura (Snyder et al. 1987, Beissinger & Waltman 1991, Beissinger e Bucher 1992, Nycander et al. 1995, Bianchi 1998, Cockrem 1999, Arendt 2000, Seixas & Mourão 2002, Renton & Salinas-Melgoza 2004, Brightsmith & Bravo 2006, Sanz & Rodrigues-Ferraro 2006).

Hero & Ridgway (2006) e Pires et al. (2006), reforçam que essas flutuações só são possíveis de constatar por meio de estudos de metapopulações e/ou monitoramentos de longo prazo, como este que foi realizado e que constatou a variação natural em todos os parâmetros populacionais analisados. Contudo, os resultados mais importantes foram verificados com a projeção do sucesso reprodutivo numa análise de regressão, que mostrou uma tendência de aumento equivalente a quatro jovens efetivamente acrescentados ao grupo, a cada 100 posturas da *A.hyacinthinus* no Pantanal de Miranda.

Observou-se que o grupo de araras azuis *Anodorhynchus hyacinthinus* ocorrentes no Pantanal de Miranda, é singular pois obteve 73% de sucesso na postura de ovos por casais reprodutivos. Os valores obtidos foram muito próximos daqueles observados por Guedes (1993) e Guedes & Harper (1995) no Pantanal da Nhecolândia durante os anos de 1991 a 1993, em que foram registrados 85 pares com 70% de sucesso com o ninho e postura de ovos.

Porém, ao se comparar o sucesso reprodutivo obtido nos dois estudos, denota-se que o sucesso do grupo no Pantanal da Nhecolândia que teve uma média de 1.27 jovens por casal, no período de 1991 a 1993, foi superior ao encontrado para o Pantanal de Miranda, no período de 1998-2007.

Entretanto, os resultados apresentados neste estudo são superiores aos encontrados por Munn et al. (1990) e Silva et al. (1991),

que estudaram 10 ninhos de arara azul em 1991, na região de Miranda, no mesmo local do estudo atual. Na ocasião, os referido autores registraram um sucesso reprodutivo de 0.6 filhotes por casal. Na ocasião, esse resultado foi atribuído ao desmatamento, para implantação de pastagem cultivada no Pantanal de Miranda, bem como pelo fato de ser mais alto e seco que o Pantanal da Nhecolândia.

Trabalhando no Pantanal de Mato Grosso, na sub-região de Poconé, Pinho & Nogueira (2003), estudaram três estações reprodutivas das araras azuis no período de 1995 a 1997. Estes autores encontraram 33 pares reprodutivos, dos quais apenas 54% (n=18) tiveram sucesso com a postura de ovos, variando de 75% em 1996 para 28% em 1997. O sucesso reprodutivo foi muito variável, indo de 1.3, 1.6 e 0.6 jovens por casal, de 1995 a 1997, respectivamente, o que na média das três estações analisadas, representou 1.16 jovens por casal, sendo, portanto, superior à média do sucesso encontrado para as dez estações reprodutivas no Pantanal de Miranda. Esses resultados apresentaram uma variação muito grande e o estudo deveria ter prosseguido para avaliar o que de fato está acontecendo naquela região.

Posteriormente, Guedes (1999a), analisou oito estações reprodutivas das *A. hyacinthinus* no Pantanal Sul, que incluiu as sub-regiões da Nhecolândia, Abobral e Miranda, no período de 1991 a 1998. A autora verificou que em média 66% (n= 344) foram bem sucedidos na postura de ovos e, em média, 71% (n= 245) dos ninhos tiveram sucesso com a produção de filhotes, dos quais 249 jovens voaram resultado num sucesso reprodutivo médio de 1.12 filhotes nas oito estações estudadas, sendo a maior variação de 1.29 em 1991 e a menor 0.97 em 1998. Analisando a estimativa do sucesso reprodutivo no Pantanal Sul observou-se um resultado significativo ( $r^2=0.80$ , inclinação= $-0.04\pm 0.08$ ) onde pode se verificar uma predição negativa

referente à diminuição de quatro jovens a cada 100 posturas de ovos. Comparando esses resultados com o trabalho atual no Pantanal de Miranda, verifica-se que as estimativas apresentam um comportamento oposto, enquanto o grupo de *A. hyacinthinus* do Pantanal Sul está diminuindo, o grupo do Pantanal de Miranda apresenta uma projeção positiva, que resulta num aumento efetiva de *A. hyacinthinus* na região de Miranda.

A comparação do sucesso reprodutivo de *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda, com sua congênera *Anodorhynchus leari*, endêmica da Bahia e com população atual estimada em aproximadamente 950 indivíduos ainda não é possível pois os dados de biologia reprodutiva são bastante escassos (IBAMA 2006). O único dado disponível até o momento na literatura é de 1.22 filhotes por casal observados a partir de nove ninhos na estação reprodutiva de 2004/2005 (IBAMA 2006).

Confrontando os dados de sucesso reprodutivo das araras azuis obtidos neste estudo com outras espécies de grandes araras, como a arara vermelha *Ara chloropterus* estudadas por Guedes (2003) em dez estações reprodutivas no Pantanal da Nhecolândia, Abobral, Rio Negro e Miranda, no período de 1991 a 2000, verificou-se que a média do sucesso reprodutivo das araras vermelhas, 1.30 filhotes por casal, foi maior que o das araras azuis. Isto pode ser explicado pelo fato das araras vermelhas serem aves generalistas, terem uma maior disponibilidade de alimentos, uma vez que se comem frutos e sementes em geral. Além disso, fazem uma postura média de 3-4 ovos e criam em média dois filhotes.

Os resultados deste trabalho foram comparados com os encontrados por Bianchi (1998), que estudou um grupo de arara canindé *Ara ararauna* no Parque Nacional de Emas, onde encontrou o sucesso reprodutivo de 0.92 filhotes/casal, isto é, menor que um filhote

por casal. O autor monitorou ninhos naturais e instalou ninhos artificiais, mas não teve ocupação. Ele atribuiu seus resultados a pequena população reprodutiva no Parque. Trabalhos realizados por Munn et al (1992) e Nycander et al. (1995) com *Ara ararauna*, *Ara chloroptera* e *Ara macao* no Peru, encontraram sucesso reprodutivo variando de 1.0 e 0.53 filhotes por ninho.

Por outro lado, trabalhando no Pantanal de Miranda, na mesma área das araras azuis, mas com uma espécie de Psitacídeo menor, Seixas & Mourão (2002) encontraram uma média do sucesso reprodutivo de 1.03 filhotes por casal de *Amazona aestiva* em três estações reprodutivas no Pantanal de Miranda, de 1997 a 1999.

Observa-se que os resultados aqui encontrados estão dentro do esperado para os psitacídeos Neotropicais. Resumindo, a maioria dos estudos com as grandes araras, relata um filhote por casal, quando muito dois filhotes a cada três ou quatro casais reprodutivos. Esses resultados podem levar o grupo a duas situações: uma é a estabilização do grupo e a outra é a diminuição drástica do grupo, caso qualquer evento desfavorável ocorra.

Entre os fatores que afetaram o sucesso reprodutivo de *A. hyacinthinus*, podem ser citados os fatores climático-ambientais, tais como mudanças de variação da temperatura média anual, variação da pluviosidade e dos níveis de inundação do Pantanal. A junção destes fatores, com anos mais secos e temperaturas mais altas, pode levar a uma diminuição do sucesso reprodutivo das araras azuis, no ano seguinte. À medida que a temperatura média mínima diminui, há uma probabilidade de 73% de o sucesso reprodutivo também aumentar.

Na descrição dos fatores abióticos (Figura 1) da área de estudo deste trabalho, pode-se observar que houve variação de temperatura ao longo do período de 1995 a 2007, tanto na temperatura máxima,

média como na mínima. Os resultados apontam um aumento do sucesso reprodutivo relacionado à diminuição da temperatura, principalmente para temperatura média mínima. Isso indica que o clima frio favorece a reprodução das araras azuis.

Numa análise mais detalhada das características climáticas, pode-se verificar que no ano de 2002 houve uma variação acima da média observada para todo o período estudado, sendo de 1,1°C, 1,3°C e 2,1°C em relação à temperatura média anual máxima, média e mínima, respectivamente. Ao mesmo tempo, 2002 foi um ano extremamente seco, com o menor índice de pluviosidade entre os doze anos analisados (Figura 4). O impacto causado pelo fenômeno do El Niño, considerado bastante intenso em 1997/1998 (Marengo & Dias 2006) e que deixa a região Centro-Oeste geralmente chuvosa e quente favoreceu algumas variáveis em 1998, como por exemplo, o sucesso de 80% dos pares reprodutivos, mas desfavoreceu a sobrevivência dos filhotes. No ano seguinte, aconteceu o fenômeno La Niña, que normalmente ocorre depois do El Niño, e que deixa a região Centro-Oeste (segundo os mesmos autores) seca e fria. Em 1999, no Pantanal de Miranda, foi observado um período de reprodução mais longo, com posturas acontecendo desde julho até dezembro e maior taxa de postura de ovos, porém, 54% (n= 49) dos ovos foram perdidos.

Esses resultados do efeito das variações climáticas sobre os processos ecológicos são corroborados por Marengo e Dias (2006) que reafirmam os cenários atuais publicados no Terceiro Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (International Panel on Climate Change-IPCC) apontando um aumento da temperatura média do ar em 0,6°C + 0,2°C no século XX. Segundo estes autores, os modelos globais do IPCC têm mostrado que entre 1900 e 2100 a temperatura global poderá aquecer entre 1,4 e 5,8 °C e que essas mudanças climáticas causam não só impactos ambientais

para a economia e sociedade, mas também, acabam afetando os processos biológicos.

Para o MMA (2007), as mudanças climáticas globais aumentarão as pressões sobre muitas espécies ameaçadas e vulneráveis. Espécies com exigências de habitat restrito, com populações reduzidas, tamanho corporal grande e alto grau de especialização como é o caso da arara azul, torna este grupo, direta ou indiretamente mais vulneráveis às variações climáticas e ao risco de extinção.

Por outro lado, anos secos e temperaturas mais alta também podem influenciar a produção de frutos e o forrageamento pelas araras azuis, conseqüentemente isto pode levar a uma diminuição da taxa de reprodução e do sucesso reprodutivo no ano seguinte. Como na alimentação a arara azul é dependente de apenas duas palmeiras *S. phalerata* e *A. aculeata*, e que apenas uma delas disponibiliza frutos o ano inteiro (Guedes 1993 e 2002), a oferta de acuri não significa que os frutos serão utilizados como recurso alimentar pelas araras, pois podem estar num estágio de maturação que não é comido pela arara.

Esses resultados são acrescentados por Keuroghlian & Disbiez (2004) que fizeram um trabalho de disponibilidade de frutos ao longo de quatro anos no Pantanal de Rio Negro e constataram que a disponibilidade de frutos diminuiu drasticamente no período de seca que foi de abril a agosto no período estudado, 2000 a 2004. Segundo os mesmos autores, o acuri (*A. phalerata*) é uma espécie chave no Pantanal, disponível inclusive durante a época de escassez de frutos, o que de fato pode levar uma forte disputa por parte dos mamíferos, aves, répteis e insetos que dependem deste recurso durante os períodos desfavoráveis.

A interação com outras espécies que ocorrem no ambiente e competem por recursos ou locais de nidificação é outro fator que

afetou diretamente no sucesso reprodutivo das araras azuis no Pantanal de Miranda. Como exemplo pode-se citar a competição por ninhos com *Micrastur semitorquatus*, *Ramphastos toco*, *Coragyps atratus*, *Ara chloropterus* ou a ocupação da cavidade por *Apis melífera*, *Mirmechophaga tetradactyla*, *Falco ruficularis*, *Herpetotheres cachinnans*, *Falco spaverius*, *Pulsatrix perspicillata*, *Otus choliba*, *Tyto alba*, *Ara ararauna*, *Cairina moschata* e entre outros, a entomofauna associada que coabita a cama ou interior dos ninhos, (Guedes & Harper 1995, Guedes 1999b, 2000). Estes resultados são confirmados por Seixas & Mourão (2002) que encontrou sete espécies, entre aves e mamíferos ocupando os mesmos ninhos utilizados por *Amazona aestiva* na mesma região, no Pantanal de Miranda e são reforçados por trabalhos com outras espécies de psitacídeos em outras regiões (Lopéz-Lanús 2002, Munn 1992, Renton & Salinas-Melgoza 2004). Esses resultados, bem como os demais, que provocam a perda ou predação de ovos e filhotes serão discutidos com mais detalhe no próximo capítulo.

A variação da disponibilidade de recursos e qualidade do habitat, seja mecanismos naturais ou antrópicos também foram fatores que influenciaram no sucesso reprodutivo de *A. hyacinthinus* nos dez anos estudados. O desmatamento na região (Harris et al. 2006), a escassez de cavidades arbóreas e a perda de ninhos naturais foram fatores observados que afetaram a reprodução das araras nos dez anos analisados. No Pantanal a maioria das árvores tem raízes tabulares e superficiais, por isso, quando isoladas da vegetação, em áreas abertas ou de pasto, não resistem muito tempo e com dois ou três anos acabam se quebrando e morrendo.

Nos dez anos analisados, do total de 93 ninhos naturais cadastrados e monitorados 49% (n= 46), ou quase a metade dos ninhos foram perdidos parcial ou totalmente. O maior fator de perda, 61% (n= 28) foi morte natural das árvores, que quando utilizadas como

ninho já são árvores velhas, senescentes, segundo Santos Jr. et al. (2006), estão com a média de 80 anos. Nestes casos, a morte da árvore é um processo lento, começando com a quebra de galhos, o que às vezes pode levar a inundação dos ninhos, até a queda total. Porém, 24% (n= 11) destas perdas, foram resultados de desmatamento, seguido de 9% (n= 4) que foram perdidas porque mataram a árvore, ximbúva *Enterolobium contortisiliquium*, propositadamente (anel de malpigui), devido a toxicidade dos frutos da mesma para o gado. Para exemplificar, no começo do ano de 2006, portanto antes de iniciar o período reprodutivo daquele ano, houve o aumento da área de pasto exótico numa das fazendas vizinhas a Caiman, em que seis ninhos naturais foram derrubados por desmatamento. (Guedes 1995, Johnson et al 1997, Silva et al. 1998, Guedes et al. 2006, Santos Jr. et al. 2006). O efeito desses impactos é sentido desde o início da estação, pois aumenta o número de disputa pelos ninhos (entre *Anodorhynchus hyacinthinus*, *Micrastur semitorquatus*, *Ramphastos toco*, *Coragyps atratus*) e também a ocupação dos ninhos por abelhas *A. melífera*. Efeito de ações antrópicas também foi observado para outros Psittaciformes (Saunders 1979, Beissinger & Waltman 1991).

A escassez ou baixa disponibilidade de recurso alimentar para as outras espécies que vivem na região e se alimentam de ovos ou filhotes, principalmente aves e mamíferos, afetou diretamente na perda de ovos e filhotes. Como exemplos podem ser citados *Ramphastos toco*, *Cyanocorax cyanomellus*, *Didelphis albiventris*, *Bubo virginianus*, *Pulsatrix perspiciliata*, *Geranospiza caerulenscens*, *Micrastur semitorquatus* e *Eira barbara* (Guedes 1999 e 2000, Keuroghlian & Disbiez 2004, Raguza Neto 2004, Pizo et al. 2008). Estes resultados são reforçados por Seixas e Mourão 2002 que verificou uma perda de 57 a 63% dos ovos de *A. aestiva* por predação e Vaughan et al. (2003) que trabalhou com *Ara macao* na Costa Rica.

Doenças e parasitismo nos filhotes, falha de fecundação, interrupção do desenvolvimento embrionário (natural ou por perturbação no ninho) ou mau posicionamento do embrião nos ovos, também foram fatores que afetaram o sucesso reprodutivo das araras azuis no Pantanal de Miranda. Vilela et al. (2001) constatou a mortalidade de um filhote de arara azul devido à presença de *Salmonella bredney*. Raso et al. (2006) analisou os filhotes de *A. hyacinthinus* e *A. aestiva* durante duas estações reprodutivas no Pantanal de Miranda e encontrou filhotes das duas espécies positivos, embora não tenha encontrado sinais clínicos de enfermidades, para *Chlamydophila psittaci*. Outros estudos foram e estão sendo realizados no Pantanal de Miranda que acrescentam estas informações (Guedes et al. 2000, Araújo et al. 2000, Allgayer et al. 2009 (no prelo)). Outros autores confirmam resultados semelhantes para outras espécies em regiões Neotropicais (Snyder et al. 1987, Arendt 2000, Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006).

A assincronia na postura foi outro fator que influenciou no sucesso reprodutivo das araras azuis. Como a incubação começa logo após a postura do primeiro ovo, o segundo filhote já nasce em desvantagem. Em 2001, foi realizado um experimento com a instalação de micro câmara dentro de três ninhos onde foi possível verificar que há uma variação comportamental de cada casal. Em um ninho os pais alimentam apenas o filhote mais velho, enquanto que em outro alimentam os dois igualmente, independente do tamanho e desenvolvimento do mesmo. Estes resultados são reforçados por estudos com outras espécies que apresentam a mesma característica de postura assincrônica (Stokland & Amundsen 1988, Beissinger & Waltman 1991, Stoleson & Beissinger 1997, Cardoso et al. 2000, Laaksonen 2004).

A instalação de ninhos artificiais ou manejo e restauração de ninhos em larga escala, bem como o manejo de ovos e filhotes, pontual e de forma experimental, também afetou o número de casais reprodutivos e o sucesso de ovos, filhotes e jovens (Guedes 1999b, 2001, Cardoso et al. 2000, Vargas et al. 2001). Os trabalhos realizados com *Amazona vittata* em Porto Rico (Snyder et al. 1987, White & Vilela 2004), com *Forpus passerinus* na Venezuela (Beissinger & Bucher 1992) e com *Ara macao* e *Ara ararauna* no Peru (Brightsmith & Bravo 2006) e *Ara macao* na Costa Rica (Vaughan et al 2003) também obtiveram bons resultados quanto ao sucesso reprodutivo quando técnicas de manejo de ninhos e filhotes foram implementadas.

Finalmente, conclui-se que o sucesso reprodutivo da *A. hyacinthinus* é baixo, considerando que apenas 35% dos ovos chegam a fase jovem e o sucesso reprodutivo ainda apresenta pequenas variações entre as dez estações reprodutivas analisadas. Estes resultados são coerentes com as características da espécie e a dinâmica populacional, onde vários fatores estão interagindo ao mesmo tempo e afetando, positiva ou negativamente no crescimento do grupo.

De um modo geral, os fatores que afetam o sucesso reprodutivo são as variações climáticas ambientais, alterações de habitat, variação na disponibilidade de recursos (interações bióticas como competição e predação), doenças, falha de fecundação, interrupção do desenvolvimento embrionário, manejo de ninhos, ovos e filhotes. A maioria dos fatores que afetam o sucesso reprodutivo e contribuem para uma perda ou diminuição da progênie será discutida com mais detalhe no próximo capítulo. Mas o resultado mais positivo deste é atribuído as atividades de manejo, que mostraram que as técnicas utilizadas estão no caminho certo, segundo a projeção do sucesso reprodutivo, que prediz um aumento efetivo do grupo.

Considerando ainda, que a *A. hyacinthinus* é uma espécie ameaçada, com grande tamanho corporal, grande requerimento de habitat e baixa taxa reprodutiva, espera-se que estes resultados contribuam mais ainda para o manejo e conservação do fluxo e da variabilidade genética pelo maior tempo possível.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Araújo, C.P.; Werneck, M.R.; Górsky, A.; Lamazáres-Peréz, M.D.C.; Guedes, N.M.R. & Araújo, F.R. 2000 Pesquisa de parasitos em fezes de filhotes de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus*. In: ENCONTRO DE BIÓLOGOS DO CRB-1 SP, MT, MS, 11, Anais, São Pedro-SP, 17-20/04/2000, p.88.
- Arendt, W. J. 2000. Impact on Nest Predators, Competitors, and Ectoparasites on Pearly-Eyed Thrashers, with Comments on the Potential Implications for Puerto Rican Parrot Recovery. *Ornitologia Neotropical* 11: 13–63.
- Begon, M.; Harper, J.L. & Townsend, C. R. 1996. Ecology. Blackwell Science, Inc.1068p.
- Beissinger, S. & Waltman, J. R. 1991. Extraordinary Clutch Size and Hatching Asynchrony of a Neotropical Parrot. *The Auk* 108: 863-871.
- Beissinger, S.R. & Bucher, E.H. 1992. Sustainable harvesting of parrots for conservation. In: Beissinger, S.R. & Snyder, N.F.R., ed. New world parrots in crisis; solutions from conservation biology. Washington. p.73-115.
- Bianchi, C.A.C. 1998. Biologia Reprodutiva da Arara-Canindé (*Ara ararauna*, Psittacidae) no Parque Nacional das Emas, Goiás. Brasília-DF. Universidade de Brasília, 69p. Dissertação de Mestrado.
- BirdLife International. 2000. *Threatened Birds of the World*. Barcelona and Cambridge, UK: Lynx Ediciones and BirdLife International. CD-room.

- Brightsmith, D.; Bravo, A. 2006. Ecology and management of nesting blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) in Mauritia palm swamps. *Biodiversity and Conservation* 15:4271–4287.
- Cardoso, M.R.F.; Bernardo, V.M. & Guedes, N.M.R. 2000 A incubação artificial de ovo de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* e reintrodução em ninho natural. In: ENCONTRO DE PESQUISA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIDERP, II, Anais, Campo Grande-MS, 2000, p.104-105.
- Chase, M. K., Nur, N., Geupel, G. R. 2005. Effects of Weather and Population Density on Reproductive Success and Population Dynamics in a Song parrow (*Melospiza melodia*) population: A Long-term Study. *The Auk* 122(2):571–592.
- Cockrem, J. F. 1999. Reproductive Biology and Conservation of the Endangered Kakapo (*Strigops habroptilus*) in New Zealand. *Proceedings of the International Congress on Bird Reproduction* :139-144.
- Corrêa, N. G., Guedes, N. M. R. 2006. Arara – Azul: A utilização de uma espécie ameaçada em atividades de educação para a conservação. *Ensaio e ci.* Campo Grande, 10 (3): 83 – 91.
- Faria, P. J., Guedes, N. M. R., Yamashita, C., Martuscelli, E., Miyaki, C. Y. 2007. Genetic variation and population structure of the endangered Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*): implications for conservation. *Biodivers Conserv.*17: 765-779.
- Forshaw, J.M. 1978 Parrots of the world. 2ed. Melbourne, TFH Publ., 1978. 364p.
- Guedes, N.M.R. 1993 Biologia reprodutiva da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Pantanal - MS, Brasil. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. p 122. (dissertação de mestrado).
- \_\_\_\_\_. 1995. Alguns aspectos sobre o comportamento reprodutivo da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) e a necessidade de manejo para a conservação da espécie. *Palestras..* In: ANAIS DE ETOLOGIA, 13, Pirassununga,SP, 274-292.

- \_\_\_\_ 1999a. Estimativa do sucesso reprodutivo das araras-azuis *Anodorhynchus hyacinthinus*, de 1991 à 1998 no Pantanal. In: MOSTRA UNIDERP DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, Anais, Campo Grande, 28-30/07/1999, p.27-28.
- \_\_\_\_ 1999b. Projeto arara azul – biologia, manejo e conservação. Relatório técnico anual. Comitê para conservação da arara-azul-grande. IBAMA. Campo Grande. 187p.
- \_\_\_\_ 2000. Projeto arara azul – biologia, manejo e conservação. Relatório técnico anual. Comitê para conservação da arara-azul-grande. IBAMA. Campo Grande. 145pp.
- \_\_\_\_ 2002 The Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) Project in the Pantanal South, Brazil. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE PAPAGAIOS, CONSERVANDO LOS LOROS Y SUS HABITATS, V, 2002, Tenerife, Espanã. *Palestras...* Ed. Loro Parque, Tenerife, España, p.163-174.
- \_\_\_\_ 2003. Sucesso reprodutivo das araras-vermelhas *Ara chloroptera*, em dez estações reprodutivas no Pantanal. In: ENPIC, III, *Ensaio e ci.*, v. 7, Ed. especial UNIDERP, p. 961-968, Campo Grande – MS.
- \_\_\_\_ 2004. Araras Azuis: 15 anos de estudos no Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, IV, 2004, Corumbá – MS. *Palestras do 4. Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal – Sustentabilidade Regional*. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2004, p. 53-62.
- Guedes, N.M.R. & Seixas, G.H.F. 2002. Métodos para estudos de reprodução de Psitacídeos. In: *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*. Eds. M. Galetti & M.A Pizo. Melopsittacus Pub. Científicas. Belo Horizonte. p. 123-139.
- Guedes, N.M.R.; Harper, L.H. 1995. Hyacinth macaw in the Pantanal. In: J. Abramson, B.L.Speer & J.B.Thomsen. (Ed.). *The large macaws: their care, breeding and conservation*. Fort Bragg, California: Raintree Publications. Cap.20.p.394-421.

- Guedes, N.M.R.; Cardoso, M.R.F.; Bernardo, V.M.; Faria, P.J.; Araújo, F.R.; Lamazares-Peréz, M.D.C.; Werneck, M.R. & Górski, A. 2000 Predação e mortalidade de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal, Brasil. In: ORNITOLOGIA BRASILEIRA NO SÉCULO XX. Ed. F.C. Straube, M.M. Argel-de-Oliveira & J.F. Cândido Jr.. Curitiba. p.325-326.
- Harris, M.; Tomas, W.; Mourão, G.; Silva, C. Guimarães, E.; Sonoda, F.; Fachim, E. 2005. Desafios para proteger o Pantanal Brasileiro: Ameaças e iniciativas em conservação. *Megabiodiversidade* 11:156-164.
- Hero, J.M. e Ridgway, T. 2006 – Declínio Global de Espécies. *Biologia da Conservação, Essências*.
- Herrera, M.; Hennessey, B. 2007. Quantifying the illegal parrot trade in Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, with emphasis on threatened species. *Bird Conservation International* 17:295–300.
- IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2006 Plano de manejo da arara azul de lear (*Anodorhynchus leari*). Coordenação de Espécies da Fauna, Brasília, IBAMA, 78p.
- Johnson, A. M., Tomas, A. W., Guedes, N. M. R. 1997. On the Hyacinth macaw's nesting tree: density of young manduvis around adult trees under three different management conditions in the Pantanal wetland, Brazil. *Ararajuba* 5:185-188.
- Keuroghlian, A.; Disbiez, A. 2004 Peccaries and Feral Pigs of the Pantanal and their Response to Seasonal Fluctuation. *Pantanal Conservation Research Initiative Annual Report*, p.73-87.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecología – Estudio de la Distribución y la Abundancia*. 2. Ed. Editora Harla, México. 753p.
- Laaksonen, T. 2004. Hatching asynchrony as a bet-hedging strategy - an offspring diversity hypothesis. *Oikos* 104:3 616- 620.
- López-Lanús, B. 2000. Collared Forest-falcon *Micrastur semitorquatus* courtship and mating, with take-over of a macaw nest. *Cotinga* 14: 9-11.

- Marengo, J.A. & Dias, P.L. da S. 2006. Mudanças Climáticas Globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: Rebouças, A. da C.; Braga, B. & Tundizi, J.G. (Orgs). 2006. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. Escrituras Editora, São Paulo. p.63-109.
- Myiaki, C.Y. & Alves, M.A.S. 2006. Técnicas genéticas aplicadas à conservação. In: Rocha, C. F. D.; Bergallo, H.G.; Sluys, M.V. & Alves, M.A.S. 2006. Biologia da conservação, essências. RiMa Editora, São Carlos, SP. p.437-458.
- Miyaki, C.Y.; Guedes, N.M.R.; Herrera, R.P. & Wajntal, A. 1995. Estudo da variabilidade genética e da razão sexual de uma população silvestre de arara azul do Pantanal. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 410, Revista brasileira de Genética/Brazilian Journal of genetics, 18(3),suppl., september. p.314.
- MMA – Ministério de Meio Ambiente. 2007. Inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas – recomendações para a integração das considerações sobre biodiversidade na implementação da Convenção-Quatro das UM sobre mudanças do clima e seu protocolo de Kyoto, 220p.
- MMA – Ministério de Meio Ambiente. 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Machado, A.B.M.; Drummond, G.M. & Paglia, A.P. (Eds.). 2 vol. Brasília, DF. 1420p.
- Monterrubio, T., Enkerlin-Hoeflich, E., Hamilton, R. B. 2002. Productivity and Nesting Success of Thick-Billed Parrots. *The Condor* 104:788–794.
- Munn, C.A.; Thomsen, J.B.; Yamashita, C. The distribution and status of the hyacinth macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) in Brazil, Bolívia and Paraguay. Report to the Secretariat of the Convention International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. World Wildlife Found and Wildlife Conservation Internacional, Washington, D.C. and New York. 1987. 70p.
- Munn, C.A.; Thomsen, J.B.; Yamashita, C. The Hyacinth Macaw. 1990. In: Audubon Wildlife. Report 1989/1990. New York. p.404-19.

- Munn, C. 1992 Macaw biology and ecotourism, or "When a bird in the bush is worth two in the hand". In: Beissinger, S.R. & Snyder, N.F.R., ed. New world parrots in crisis; solutions from conservation biology. Washington. p.47-70.
- Nycander, E.M., Blanco, D.H.Z., Holle, K.M.F., Campo, A., Munn, C.A., Moscoso, J.L.G. and Ricalde, D.R. Manu and Tambopata. In: Abramson, J., Speeder, B.L. and Thomsen, J.B. The Large Macaws: Their Care, Breeding and Conservation. Fort Bragg: Raintree Pub, 1995. pp 423-443.
- Nunes, A.P.; Ticianelli, F.A.G.; Tomas, W.M. 2006. Aves ameaçadas ocorrentes no Pantanal. Série Documentos, nº 83. EMBRAPA, Corumbá.
- Padovani, C.R.; Cruz, M.L.L.; Padovani, S.L.A.G. 2004. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, EMBRAPA Pantanal. pp. 1-7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pantanal), Corumbá.
- Pinho, J.B.; Nogueira, F.M.B. 2003 Hyacinth Macaw *Anodorhynchus hyacinthinus* reproduction in the northern Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Ornitologia Neotropical* 14:29-38.
- Pires, A. S., Fernandez, F.A.S. e Barros, C.S. 2006. Vivendo em um Mundo em Pedacos: Efeitos da Fragmentação Florestal sobre Comunidades e Populações Animais. Biologia da Conservação, Essências.
- Pivatto, M.A.C., Donatelli, R.J., Manco, D.G. 2008. Aves da fazenda Santa Emília, Aquidauana, Mato Grosso do Sul. *Atualidades Ornitológicas*.143, p.33-37.
- Pizo, M. A., Donatti, C. I., Guedes, N. M. R, Galetti, M. 2008. Conservation puzzle: Endangered hyacinth macaw depends on its nest predator for reproduction. *Biological Conservation* 141: 792-796.
- Pough, F. H; Janis, C. M.; Heiser, J. B. 2003. A vida dos vertebrados. 3ª Ed. Atheneu Editora, São Paulo, Brazil. 699p.

- Presti, F.T. 2006. Caracterização da variabilidade genética em espécies de psitacídeos ameaçados. 83f. Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado.
- Primack, R.B., 1995. *A primer of conservation biology*. Sinauer Associates Inc., Massachusetts, 277p.
- Primack, R.B. & Rodrigues, E. 2002. *Biologia da Conservação*. Ed. Vida, Londrina, PR. 327p.
- Ragusa-Netto, J. 2004. Flowers, Fruits, and the Abundance of the Yellow-Chevroned Parakeet (*Brotogeris chiriri*) at a Gallery Forest in the South Pantanal (Brazil). *Braz. J. Biol.*, 64(4): 867-877.
- Raso, T. F., Seixas, G. H. F., Guedes, N. M. R., Pinto, A. A. 2006. *Chlamydophila psittaci* in free-living Blue-fronted Amazon parrots (*Amazona aestiva*) and Hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Veterinary Microbiology* 117 : 235 – 241.
- Renton, K., Salinas-Melgoza, A. 2004. Climatic Variability, Nest Predation, and Reproductive Output of Lilac-Crowned Parrots (*Amazona Finschi*) in Tropical Dry Forest of Western Mexico. *The Auk* 121(4):1214–1225.
- Ricklefs, R. E. 2001. *A Economia da Natureza*. 5. Edição. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brazil, 503p.
- Rocha, C. F. D.; Bergallo, H.G.; Sluys, M.V. & Alves, M.A.S. 2006. *Biologia da conservação, essências*. RiMa Editora, São Carlos, SP. p.437-587.
- Santos Junior, A., Ishii, I. H., Guedes, N. M. R., Almeida, F. L. R., 2006. Appraisal of the ages of the trees used as nests by the Hyacinth Macaw in Pantanal, Mato Grosso. Technical – Scientific Articles *Natureza e Conservação*, 4 (2): 180-188.
- Santos Junior, A., Tomas, W. M., Ishii, I. H., Guedes, N. M. R., Hay, J. D. 2007. Occurrence of Hyacinth Macaw nesting sites in *Sterculia apetala* in the Pantanal Wetland, Brazil. *Gaia Scientia*, 1(2): 127-130.

- Sanz, V., Rodriguez-Ferrero, A., Albornoz, M., Bertsch, C. 2003. Use of Artificial Nests by the Yellow-Shouldered Parrot (*Amazona barbadensis*). *Ornitologia Neotropical* 14: 345–351.
- Saunders, D.A. 1979. The availability of tree hollows for use as nest sites by White-tailed Black Cockatoos. *Aust. Wildl. Res.*, 6:205-16.
- Seixas, G. H. F., Mourão, G. M. 2002. Nesting success and hatching survival of the Blue-fronted Amazon (*Amazona aestiva*) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *J. Field Ornithol.* 73(4):399–409.
- Sick, H. 1997 – *Ornitologia Brasileira*. Ed. Nova Fronteira, 3rd. Rio de Janeiro. 912p.
- Silva, C.P.; Munn, C.A.; Cintra, R.; Renton, K.; Valqui, M.; Yamashita, C. Density of nesting cavities and observations of breeding ecology of Hyacinth Macaws on extensively managed cattle ranches in the Brazilian Pantanal. *Psittascene*. Cornwall, 3(3):1-3, Aug. 1991.
- Silva, M.P. da; Mauro, R.; Mourão, G. & Coutinho, M. 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Revta. Brasil. Bot.*, v. 23, n.2, p.143-152.
- Silva, J. S. V., Abdon, M. M. 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas Sub-Regiões. *Pesq. agropec. Brás* 33:1703-1711.
- Snyder, N. F. R., J. W. Wiley & C. B. Kepler. 1987. *Parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot*. Western Foundation of Vertebrate Zoology, Los Angeles.
- Schneider, L., Serbena, A. L., Guedes, N. M. R. 2006. Behavioral Categories of Hyacinth Macaws (*A. hyacinthinus*) during the Reproductive Period, at South Pantanal, Brazil. *Revista de Etologia*, 8 (2): 71 - 80.
- Stokland, J. N., Amundsen, T. 1988. Initial Size Hierarchy in Broods of the Shag: Relative Significance of Egg Size and Hatching Asynchrony. *The Auk* 105: 308-315.

- Stoleson, S. H., Beissinger, S. R. 1997. Hatching Asynchrony, Brood Reduction, and Food Limitation in a Neotropical Parrot. *Ecological Monographs*, 67(2): 131–154.
- Tubelis, D. P., Tomás, W. M. 2002. Revisão e Atualização da Listagem de Espécies de Aves Registradas na Planície do Pantanal. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa* 39: 5-59.
- Ueno., F. 2007. Estudo da variação Individual no Grito de Alerta da Arara-Azul-Grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*). Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 56p. Dissertação de Mestrado.
- Vargas, F.C.; Faria, P.J. & Guedes, N.M.R. 2001. Incubação artificial, translocação e reintrodução de ninhegos de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda - MS. In: ORNITOLOGIA SEM FRONTEIRAS, Ed. Straube, F.C., Curitiba, p.385-386.
- Vaughn, C., Nemeth, N., Marineros, L. 2003. Ecology and Management of Natural and Artificial Scarlet Macaw (*Ara macao*) Nest Cavities in Costa Rica. *Ornitologia Neotropical* 14:- 1-16.
- Vielliard, J. Données inédites sur la reproduction de l'Aigle impérial dans les Marismas du Gradalquivir. *Alauda*. 42(1):7-9, 1974.
- Vilela, V.O., Guedes, N.M.R., Araújo, F.R., Solari, C.A., Filiú, W.F.O., Catelan, V.L., Alves, M.M., Carmo, M.A., Souza, R.A., Vargas, F.C. 2001 *Salmonella Bredney* em arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus*. In: ORNITOLOGIA SEM FRONTEIRAS, Ed. Straube, F.C., Curitiba, 2001, p. 390-391.
- White, T. H., Vilella, F. J. 2004. Nest Management for the Puerto Rican Parrot (*Amazona vittata*): Gaining the Technological Edge. *Ornitologia Neotropical* 15 (Suppl.): 467–476.
- Yamashita, C. & Valle, M.P. On the linkage between *Anodorhynchus* macaws and palm nuts, and the extinction of the Glaucous Macaw. *Bull. B.O.C.* 113(1):53-9, 1993.

## Capítulo 2

### **Falha da eclosão de ovos e perda de filhotes de arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* (Aves, Psittacidae) no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul**

**Resumo 2:** O objetivo deste capítulo foi analisar os fatores que afetaram a eclosão dos ovos e a mortalidade de filhotes de *Anodorhynchus hyacinthinus*. Os resultados mostraram que a maioria dos ninhos falhou parcial ou totalmente na fase de ovos. Quase a metade dos ninhos (49%) com filhotes teve mortalidade parcial ou total. A maioria dos ninhos falhou por predação dos ovos que geralmente incluiu a postura total. Mas também houve perda de ovos por não eclosão de ovos inférteis, interrupção do desenvolvimento embrionário, contaminação por fungos ou bactérias, má formação ou mal posicionamento dentro do ovo. Além disso, houve perda de ovos por inundação dos ninhos, quebra de galho ou queda da árvore. Foi confirmada a predação de ovos por *Ramphastos toco*, *Didelphis albiventris* e *Cyanocorax cyanomellus*, mas outras espécies também podem estar envolvidas, principalmente aquelas que disputam cavidades. A mortalidade foi o principal fator de perda dos filhotes e acometeu mais os recém nascidos. A predação foi o 2º fator de perda de filhotes e foi realizada por insetos, aves e mamíferos. As causas que levaram a mortalidade dos filhotes foi inanição, baixa temperatura, doenças ou infestação de ectoparasitas, inundação do ninho, quebra de galho ou queda da árvore. Foi observado a predação de filhotes por formigas *Solenopsis*, bem como aves *Ramphastos toco*, *Micrastur semitorquatus* e *Pulsatrix perspicillata*, mas há suspeita de *Bubo virginianus*, *Eira bárbara* e outras espécies ainda não confirmadas. Estes resultados são discutidos quanto a assincronia da eclosão, as alterações ambientais, as relações inter específicas diante da escassez de cavidades e disponibilidade de alimentos, bem como a comparação com outras publicações com psitacídeos neotropicais.

## **Falha da eclosão de ovos e perda de filhotes de arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus* (Aves, Psittacidae) no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul**

### **INTRODUÇÃO**

*Anodorhynchus hyacinthinus* é o maior representante da família dos psitacídeos com adultos medindo 1 metro e 1,3 kg de peso (Sick 1987 e Guedes 2002) e embora tenha sido abundante no século passado, atualmente encontra-se ameaçada em toda sua área de ocorrência. As araras-azuis são aves conspíquas, residentes, monógamas, formando um único casal até que a morte de um dos indivíduos os separe e são fiéis aos sítios de nidificação, utilizando a mesma cavidade por mais de uma década (Guedes 1993, Miyaki et al. 1995, Presti 2006, Faria et al. 2007). O casal permanece o tempo todo junto inclusive fora da estação reprodutiva e divide todas as tarefas de seleção, reforma e cuidado com os ninhos e filhotes (Guedes 1993, Cardoso et al. 2000).

No período de reprodução o casal escolhe e defende o ninho permanecendo a maior parte do tempo na cavidade, na árvore ou nas proximidades. No Pantanal 95% dos ninhos são encontrados numa única espécie arbórea, localmente chamada manduvi, *Sterculia apetala*, espécie de cerne macia, propensa a quebra de galhos e infestação por insetos, fungos ou bactérias. A arara azul é um escavador secundário, mas que pode ser considerada engenheira ambiental, pois tem a capacidade de aumentar rapidamente pequenas cavidades, que vai ser utilizada como ninho, não só por essa espécie, mas por várias outras 17 espécies (Guedes 1995). As árvores utilizadas como ninho são senescentes e levam em média, 80 anos para chegar

ao diâmetro mínimo para que possam ser utilizada pelas araras (Guedes 1993, Santos et al. 2006).

No Pantanal Guedes (1995), cita que as araras-azuis disputam ninhos com *Ara chloropterus*, *Micrastur semitorquatus*, *Coragyps atratus*, *Ramphastos toco*, *Pulsatrix perspicillata* e que podem perder ninhos para insetos como *Apis melífera* e, mamíferos que venham a ocupar as mesmas cavidades como, por exemplo: *Mirmechophaga tetradactyla* e *Coendou prehensilis* (Guedes & Harper 1995). Na realidade, o manduvi é uma espécie chave, pois várias espécies, além das citadas acima, utilizam suas cavidades como ninho (*Falco rufigularis*, *Cairina moschata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Tyto alba*, *Herpethotheres cachimans*) e seus frutos e sementes como alimentação (*Ramphastos toco*, *Ara chloropterus*, *Ara ararauna*, entre outros) (Guedes 1993, Masello & Quillfeldt 2002, Santos Jr. et al. 2006, Pizzo et al. 2008). Por isso, a perda destes ninhos, acelerada pelas mudanças climáticas globais e alterações do habitat afetam a reprodução de vários organismos por gerações (Guedes 1995, 2002, MMA 2007, 2008, Padovani et al. 2004, Harris et al. 2005, Santos Jr. et al. 2006).

Segundo Guedes (1993) as araras-azuis *Anodorhynchus hyacinthinus* colocam em média dois ovos, podendo variar de um a três. Os ovos são brancos, de forma esférica elipsóide e microporosidade, medindo em média, 47 mm de comprimento por 36,9 mm de largura. A postura é assincrônica. O período de incubação varia de 28 a 30 dias, sendo que a fêmea incuba os ovos enquanto o macho fica responsável pela defesa, como sentinela e maior parte da alimentação que regurgita para fêmea. Nesse período as cópulas são freqüentes. A fêmea pode sair para se alimentar em locais próximos e por curtos períodos, passando mais que 70% do seu tempo dentro do ninho (Cardoso et al.2000). O período de eclosão varia de 4 – 28 horas e os filhotes nascem pesando 18 a 27 gramas e medindo 8 a 10 cm de

comprimento (Guedes 1993, 2002). A partir do momento que o filhote nasce, a fêmea vai gradativa e lentamente aumentando o tempo de busca do alimento, juntamente como macho. A regurgitação do macho para a fêmea, bem como as cópulas, diminui com o desenvolvimento do filhote (Guedes 1993, 1995, Cardoso et al. 2000).

No Pantanal Sul, em média, 70% dos casais que tem postura de ovos, chegam ao nascimento dos filhotes (pode variar de 63-86%). Dos casais que tem filhotes, aproximadamente 76% tem a sobrevivência e vôo de pelo menos um filhote. Embora o potencial reprodutivo das fêmeas tenha variado de 1,71 a 2,0 ovos/fêmea, o sucesso reprodutivo, de 1990 a 2001 variou de 0,97 a 1,29 filhotes/casal, isso, devido à predação e mortalidade de ovos e filhotes. Assim, menos da metade dos casais consegue a sobrevivência dos dois filhotes. No final da estação reprodutiva de 2001/2002, 58 filhotes voaram de 46 ninhos, com sucesso reprodutivo de 1,27 filhotes/casal (Guedes 2002).

Segundo Ricklefs (2001) e Gill (1994) os atributos das espécies geralmente se adequam as condições de seus ambientes. Tudo é maximizado para sobrevivência e reprodução. Isto se reflete na sua história de vida, cujos atributos principais são fecundidade, sucesso reprodutivo e ajustamento (*fitness* evolutivo). Os atributos da história de vida variam com as condições ambientais e com interações com as outras espécies que ocupam o mesmo habitat. A alocação de tempo e recursos limitados varia entre as espécies, entre os sexos e entre diferentes regiões. Assim, mesmo populações de espécies semelhantes no mesmo local podem responder de forma diferente aos fatores ambientais. E os fatores que regulam as populações são aqueles que causam alta mortalidade.

É por isso, que se realizou este estudo, pois a análise de dez estações reprodutivas da *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de

Miranda, conforme observado no capítulo anterior, revelou que 73% (n= 489) dos pares reprodutivos tiveram sucesso e conseguiram fazer a postura de ovos, num total de 892 posturas. Em média, 55% (n=3 20) dos ovos postos no período de 1998-2007, tiveram sucesso com a o nascimento de filhotes. Porém, quase a metade, ou 45% (n= 398) falharam na primeira fase da reprodução, com ovos. Dos filhotes que nasceram em média 37% (n= 183) não tiveram sucesso e falharam com a mortalidade ou predação (Guedes 1999, 2000 e 2001, Vargas et al. 2001) Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar mais detalhadamente estas duas fases cruciais da reprodução da *A. hyacinthinus*, em que ocorre falha de eclosão de ovos e mortalidade de filhotes e discutir que fatores estão influenciando estas perdas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local do Estudo**

Este estudo foi realizado no Pantanal, na sub-região de Miranda (Silva 1995, Silva & Abdon 1998), Estado de Mato Grosso do Sul. A base principal foi instalada no Refúgio Ecológico Caiman, REC (19°51´-19°58´S e 56°17´-56° 24´W), área de 52.387 ha com mais sete fazendas ao redor, sendo todas as propriedades privadas, numa área aproximadamente 90 mil ha.

Os ambientes que compõem essa região são: Floresta Estacional Semidecidual, Campos de inundação ou Pantanal, Cordilheiras, em forma de cordões de mata que vão se emendendo, Capões que são ilhas de mata definida, pequenas, circulares ou semi-circulares, Mata Ciliar; Vazantes ou pequenas depressões do terreno com rios temporários; Baías que são lagoas temporárias ou

permanentes e Campos formados por áreas abertas para uso de agropecuária.

O clima do Pantanal é do tipo Aw (sistema Koeppen) com a temperatura média anual é de 25 °C, e o regime das chuvas (novembro a abril) compreendem duas estações relativamente bem definidas, que é o inverno seco e o verão chuvoso (Figura 1).

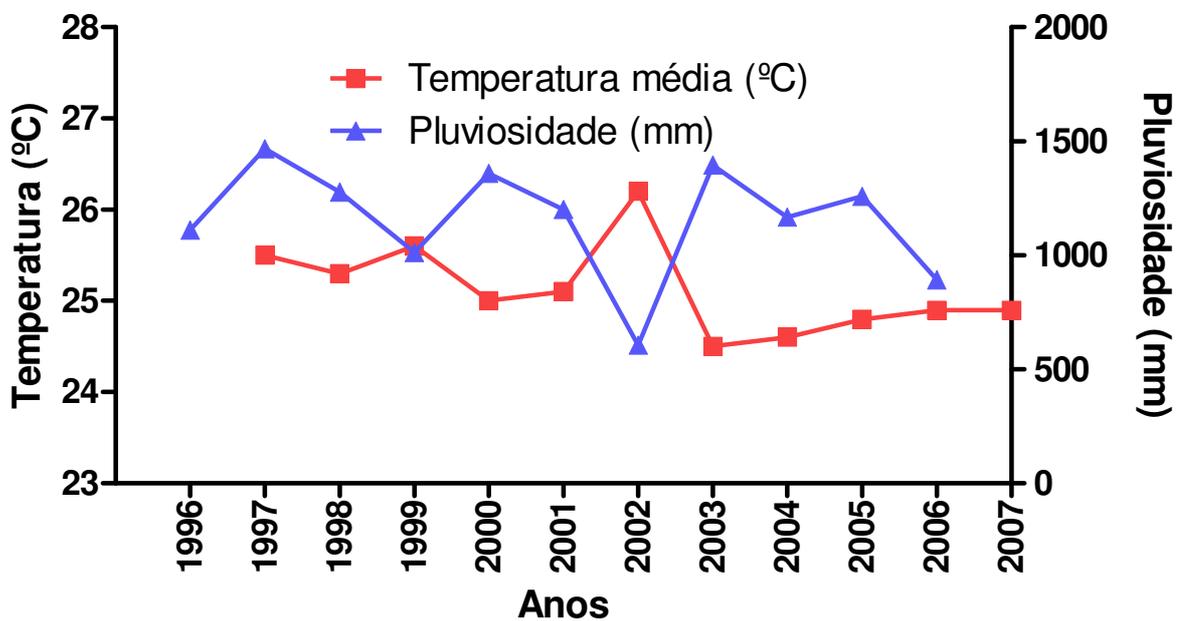


Figura 1 – Temperatura média e pluviosidade no Pantanal de 1995 a 2007.

Em função da acessibilidade, logística e potencial para encontrar os ninhos, este trabalho analisa 10 estações reprodutivas das araras azuis, *A. hyacinthinus*, no Pantanal de Miranda, no período de 1998-2007, quando foi possível monitorá-los desde o início até o final da estação reprodutiva, onde cerca de 60% dos ninhos cadastrados, estavam localizados no R.E.Caiman (Guedes 2001).

## **Métodos**

Ninhos foram encontrados através de busca diária de espécies arbóreas com cavidades, vocalizações e indícios da presença de *A. hyacinthinus*, bem como a informação de moradores locais, fazendeiros e funcionários. As árvores com cavidades só foram consideradas *inhos* após a observação de comportamento reprodutivo e ou postura de ovos pelas *A. hyacinthinus* em pelo menos uma estação reprodutiva. As árvores com ninhos foram cadastradas, georeferenciadas e marcadas conforme Guedes (1993) e Guedes & Seixas (2002).

A cada ano, novos ninhos foram procurados e juntamente com os cadastrados em anos anteriores, foram monitorados mensalmente, principalmente entre julho e dezembro. O monitoramento consistia em escalar a árvore com equipamento de alpinismo (corda, ascensores, descenderes, mosquetões, cadeirinha e peitoral) para chegar até a cavidade e vistoriar o interior do ninho. Esta atividade não levava mais que 20 minutos.

Uma vez encontrado ovo dentro do ninho, este foi examinado com ovoscópio ou lanterna, para verificar o período de desenvolvimento. A partir desta informação o ninho era vistoriado com maior frequência para acompanhar o período de eclosão e sobrevivência do filhote nos primeiros dias de vida. Alguns ninhos foram encontrados com filhotes e por isso só foram incluídos nas análises dos filhotes.

Foi definido como *ninho ativo*, em determinado ano, todo ninho que teve pelo menos uma postura de ovos por *A. hyacinthinus*, durante aquela estação reprodutiva. O ninho foi considerado com falha ou perda, quando falhou na eclosão de um ovo ou sobrevivência de um filhote. Assim, um ninho pode ter falha de um ovo e sucesso com o outro ou pode ter falha de um ovo, sucesso com o outro e perda de um

filhote. Da mesma forma, o ninho foi considerado com sucesso com ovo, quando teve uma postura e sucesso com filhote quando dele voou pelo menos um jovem de arara azul.

Neste trabalho, foi utilizada uma amostra de 489 ninhos. Os parâmetros reprodutivos foram divididos em: *ovo* (desde o primeiro dia da postura) até a eclosão, *filhote* desde o nascimento até aproximadamente 90 dias e *jovens*, quando sobreviveu e deixou o ninho voando. Cada ninho foi analisado individualmente quanto à perda de ovos ou filhotes, que é o objeto deste estudo.

### **Análise estatística**

Para análise das médias todos os ninhos foram analisados nos três estágios da reprodução: ovos, filhotes e jovens, bem como a perda de ovos e mortalidade de filhotes. Para realização das análises de tamanho da postura, eclosão, falha ou predação dos ovos foram utilizadas apenas as informações dos ninhos que foram monitorados desde a postura. As variáveis foram números de ovos produzidos, número total de ovos perdidos, número de ovos falhos, número de ovos predados, número de filhotes produzidos, número total de filhotes perdidos, número de filhotes que morreram, número de filhotes predados e sobrevivência com vôo de jovens.

Inicialmente foram realizadas análises exploratórias quanto à média e desvio padrão e ainda foi testada a distribuição normal a partir do teste D'Agostinho. Como a maioria dos dados foi significativamente diferente da distribuição normal foram utilizados apenas testes não-paramétricos. Assim, foi utilizado teste de variância (ANOVA two-way) para comparação entre ovos predados e falhos em cada ano. Para comparação entre número de ovos falhos e filhotes predados foi usado o teste de Wilcoxon (W). Apenas para observar a

diferença entre filhotes mortos e predados foi utilizado Teste *t* para comparação de médias.

Para conhecer as estimativas foi utilizada a regressão linear para falha de ovos e mortalidade de filhotes ao longo da estação reprodutiva, durante o intervalo de anos estudados.

Os testes e figuras foram gerados pelo Graphpad Prism v.5.

## RESULTADOS

Dos 440 ninhos que tiveram postura de ovos no período de 1998 a 2007 no Pantanal de Miranda, 63% (n= 274) falharam, parcial ou totalmente, durante a incubação dos ovos. Isto representou, em média, 47% (n= 383) dos ovos produzidos e que falharam nessa fase (Figura 2). O tamanho médio da postura perdida de  $1.4 \pm 0.5$  por ninho.

Dos 320 ninhos que produziram filhotes em média 49% (n= 158) tiveram filhotes perdidos, parcial ou totalmente. Isto representou uma mortalidade de 37% (n= 183) dos filhotes produzidos. O tamanho médio da ninhada perdida foi de  $1.2 \pm 0.4$ .

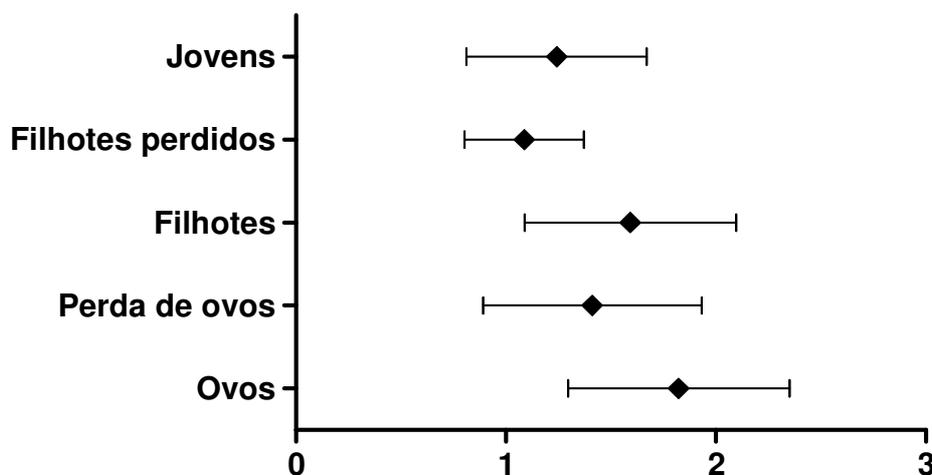


Figura 2 – Média de ovos, filhotes, jovens, perda de ovos e mortalidade de filhotes de arara azul *Anodorhynchus hyacithinus* no Pantanal de Miranda, no período de 1998-2007.

Do total de ninhos que falharam com ovos, em média 59% (n= 166) tiveram perda total dos ovos e o restante teve uma perda parcial. Houve nova postura de ovos em 54 ninhos, logo em seguida as perdas, dos quais 73% (n= 39) falharam novamente com perda total ou parcial. Constatou-se uma variação quanto ao número de ninhos com ovos perdidos, de 15 a 34 ninhos entre 1998 e 2007, enquanto que o número de ovos perdidos variou de 22 a 49, respectivamente. O ano de 1999 teve o maior percentual de ninhos perdidos com ovos, 79% (n= 34) e também foi o maior percentual do número de ovos perdidos, com 59% (n= 47).

Considerando o total de ovos perdidos (n= 383), na média dos dez anos monitorados, verificou-se que o número médio de ovos predados foi um pouco maior que o número médio de ovos falhos (não eclodidos) conforme pode ser observado na Figura 3.

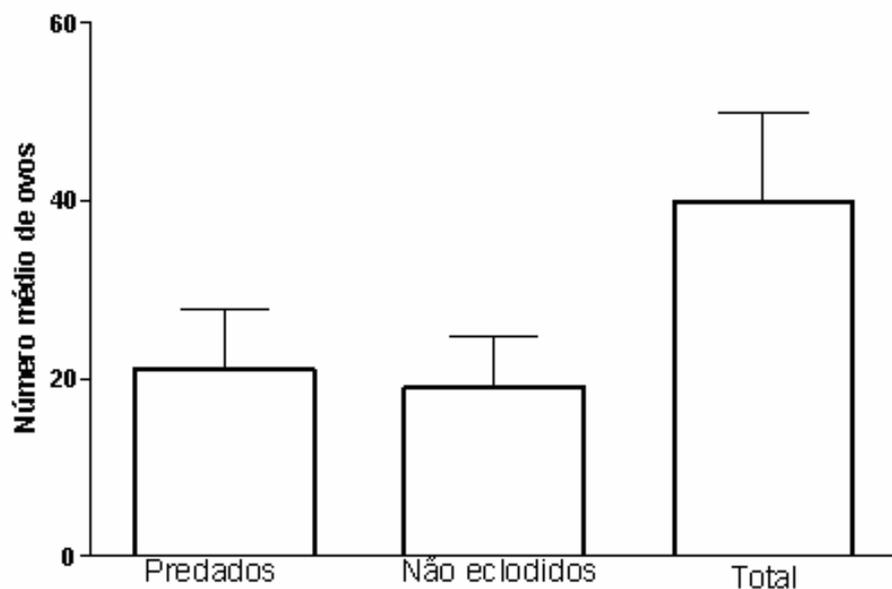


Figura 3 – Média e desvio padrão do número total de ovos postos, ovos predados e ovos não eclodidos de *A. hyacinthinus*, em dez estações reprodutivas no Pantanal de Miranda.

Foi observado que as perdas dos ovos ocorreram por dois fatores principais: 1º) por predação (*Ramphastus toco*, *Cyanocorax cyanomellus*, *Didelphis albiventris*) ou por competição com outras espécies que desejavam ocupar a mesma cavidade (*Coragyps atratus*, *Micrastur semitorquatus* e *Ara chloropterus*) que quebram ou empurram o ovo para fora do ninho; 2º) não eclosão, por falha do ovo (infértil) ou por interrupção do desenvolvimento embrionário (causas variadas como má formação, mal posicionamento na hora de eclodir, contaminação por fungos ou bactérias, e ainda por inundação do ninho, quebra do ninho, entre outros).

De 320 ninhos que produziram filhotes, em média 49% (n= 158) dos ninhos não tiveram sucesso com filhote e, destes, 43% (n= 69) tiveram perda total dos filhotes. O número de ninhos que falharam com filhote variou de 14 a 18 nos dez anos. Porém, o número de filhotes perdidos por ano foi de 15 a 22 indivíduos o que representou em média, 37% (n= 183) dos filhotes produzidos. O ano com maior percentual de ninhos com filhotes perdidos foi 1998 com 68% (n= 17) dos ninhos. Isto representou 53% dos filhotes produzidos naquele ano. Porém, as médias de ganhos e perda de ovos e filhotes parecem se manter estável ao longo do período e não tiveram nenhuma variação significativa entre os anos.

No entanto, quando comparado os blocos das ocorrências de ovos predados e falhos (não eclodidos) nos dez anos (usando os anos como repetição) as diferenças foram significativas (ANOVA two-way, F= 20,47; p= 0.001). Conforme pode ser observado na Figura 4, as seqüências ao longo dos anos foram diferentes.

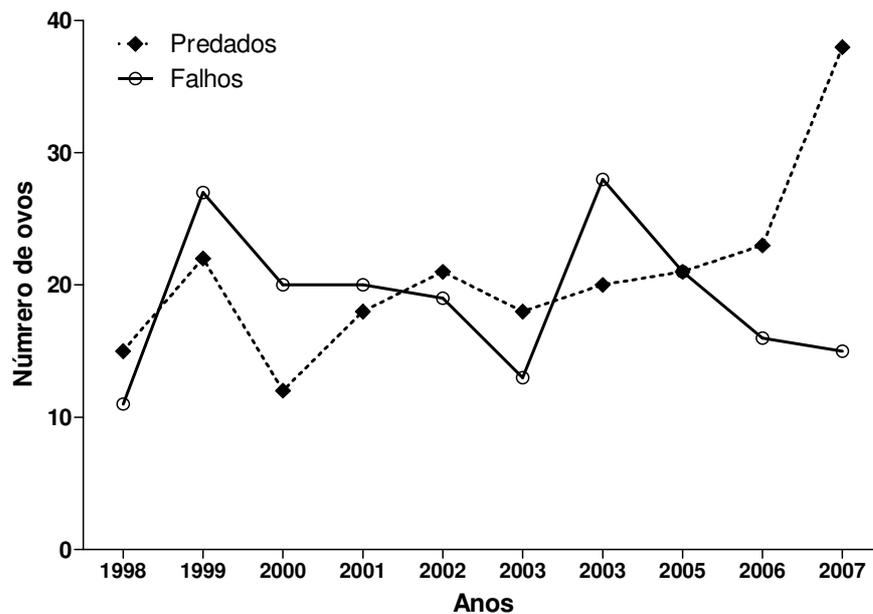


Figura 4 – Número de ovos predados e ovos falhos de *A. hyacinthinus* ao longo do período de 1998 a 2007 no Pantanal de Miranda.

Avaliando o período do ano em que ocorreu maior número de falhas de ovos, durante as dez estações verificou-se que as maiores taxas de perdas 63% (N= 247) foram nos meses de agosto e setembro (Figura 5) que corresponde aos meses de pico na produção de ovos. Já os meses correspondentes ao início e ao fim da postura foram os meses com menor ocorrência de falhas.

As perdas dos filhotes ocorreram de duas formas: 1º) mortalidade do filhote, principalmente nos primeiros dias de vida, por inanição, baixa temperatura, doença ou infestação por ectoparasitas ou ainda por inundação do ninho, quebra de galho ou queda da árvore; 2º) por predação principalmente por aves, mas também insetos e mamíferos, dentro os quais podemos citar: formigas do gênero *Solenopsis* e outros insetos da cama, *Ramphastos toco*, *Micrastur semitorquatus*, *Pulsatrix perspicillata* e *Eira barbara*.

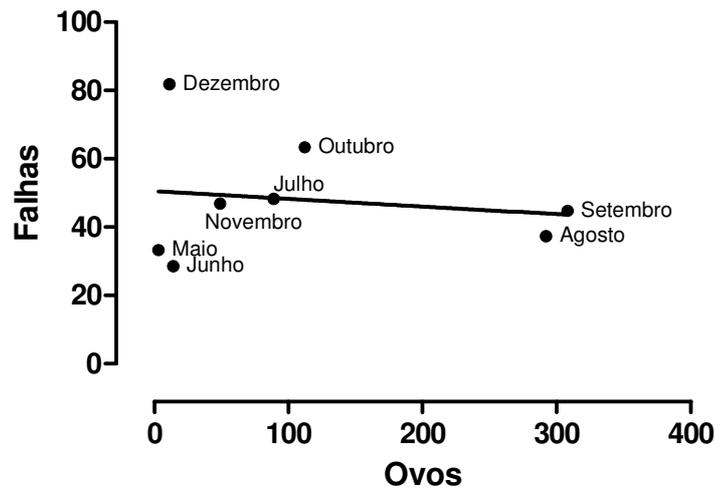


Figura 5 – Distribuição do número total de ovos por número de falhas de ovos durante os meses de reprodução da *A.hyacinthinus* no Pantanal de Miranda, durante o período de 1998-2007.

Considerando a média do número total de filhotes perdidos ( $n= 183$ ), nos dez anos estudados, observou-se que a maioria 62% ( $n= 114$ ) foi devido à mortalidade dos filhotes e os outros 38% ( $n= 69$ ) restantes, por predação, que ocorreu ao acaso e por isso, variou bastante, conforme pode ser observado na Figura 6.

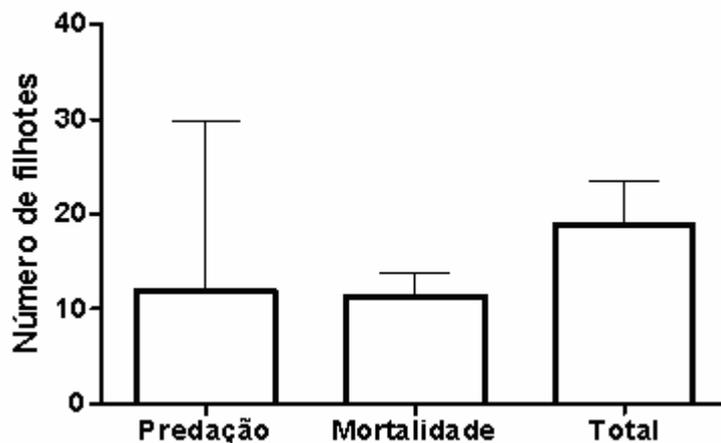


Figura 6 – Média e desvio padrão do número médio de filhotes que falharam por predação, mortalidade e total de filhotes perdidos, em dez estações reprodutivas de *A. hyacinthinus*, no Pantanal de Miranda.

Quando comparado o número de perda de ovos com perda de filhotes, observou-se que o número de ovos falhos foi maior que o número de filhotes perdidos (Figura 7). Esse resultado foi confirmado pelo teste de Wilcoxon ( $W= 55,00$   $p= 0,0059$ ) dos anos avaliados. Com exceção do ano de 1998 em que a perda de ovos foi pouco superior à perda de filhotes.

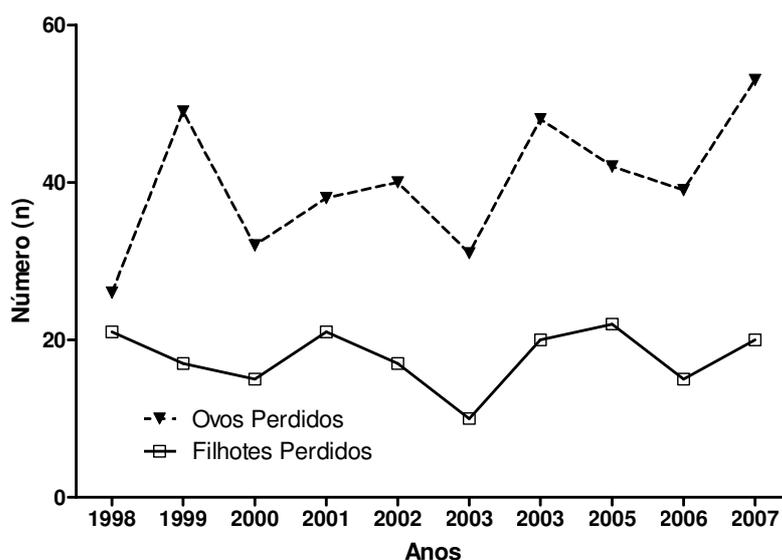


Figura 7 – Número de ovos e filhotes perdidos de arara azul *A. hyacinthinus* no período de 1998-2007 no Pantanal de Miranda.

Quando se observa as médias anuais dos filhotes mortos e predados (Figura 8), vê-se que, ao contrário do foi observado para ovos, o número de filhotes mortos foi maior que os predados ( $t= 3,5$ ;  $gl= 9$ ;  $p= 0,006$ ). Para tentar explicar a mortalidade dos filhotes em função das variáveis ambientais foi realizada a correlação de Spearman para perda de filhotes e os dados de temperatura (máxima, mínima e média anual) e pluviosidade (média anual). Assim, apenas o número de filhotes perdidos estava fracamente ( $r= 0,46$ ) correlacionado com a pluviosidade.

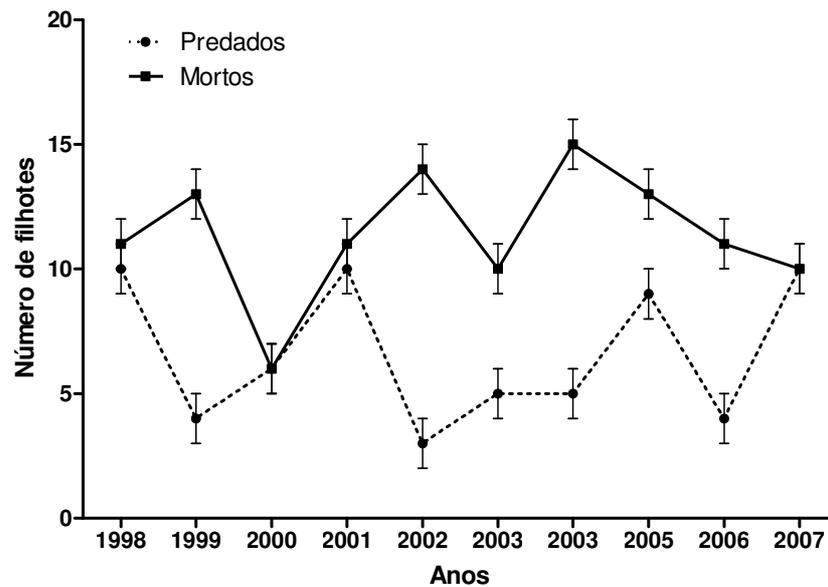


Figura 8 – Médias anuais do número de filhotes de *A. hyacinthinus* mortos e predados no Pantanal de Miranda em dez estações estudadas.

Tentando prever um comportamento entre a perda de filhotes e o número de filhotes produzidos ao longo dos meses da estação reprodutiva observou-se (Figura 9) que a predação de ovos foi maior nos meses intermediários do período reprodutivo, setembro e outubro. Já os meses iniciais e finais das estações reprodutiva foram aqueles que apresentaram menor perda. Os resultados da regressão denotam que os meses em que a produção de ovos é maior que a predação seja tão grande quanto a produção.

O número médio de ninhos com perda de um, dois ou três ovos foi diferenciada, da mesma forma que a postura dos ovos foi variada, com predominância de 75% (n=335) de ninhos com dois ovos. Logo, os ninhos com dois ovos foram os que apresentaram maior número médio de perda total de ovos (n=105 ninhos com 2 ovos = 210) (Figura 10). Quanto ao número médio de ninhos com perda de filhotes, verificou-se que o número médio de ninhos perdidos com um filhote foi maior que o número médio de ninhos com irmãos.

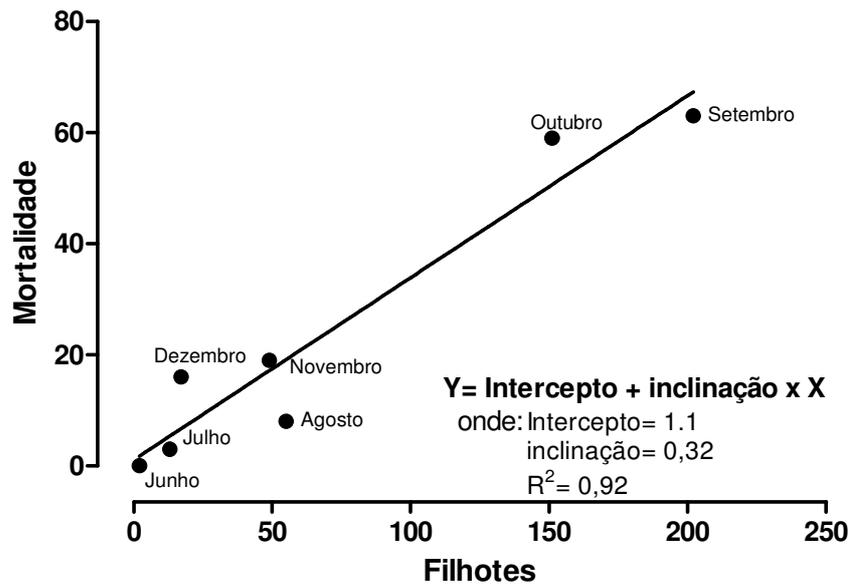


Figura 9 – Estimativa do número total de mortalidade (perda) pelo número de filhotes de arara azul *A. hyacinthinus* ao longo da estação reprodutiva, no período de 1998 a 2007 no Pantanal de Miranda.

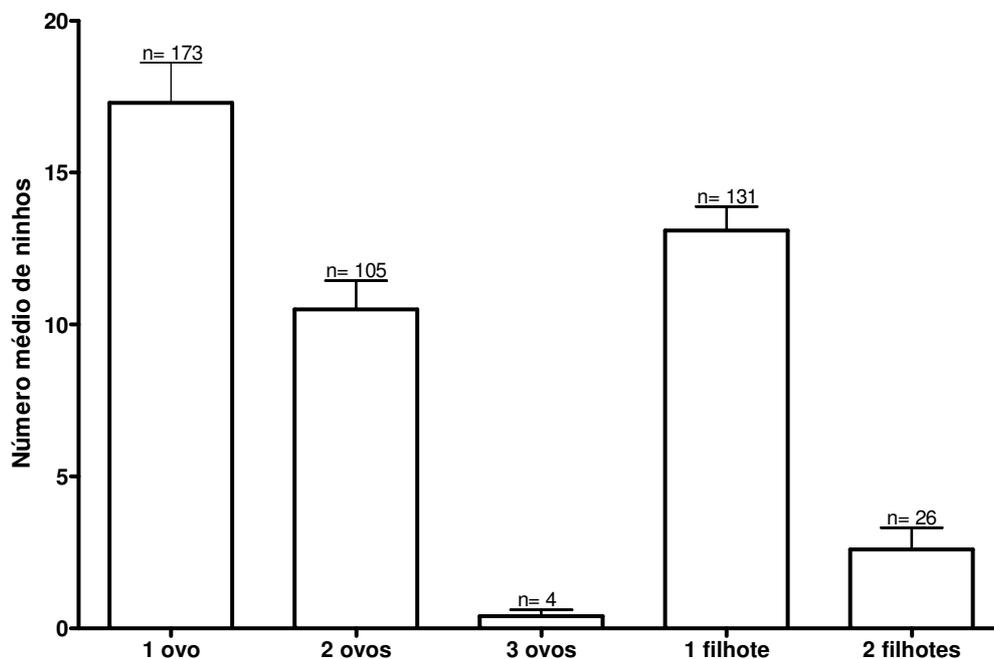


Figura 10 – Número médio dos ninhos com ovos e filhotes perdidos por *A. hyacinthinus*, que falharam com um, dois ou três ovos; e com a perda de um filhote ou dois filhotes, no Pantanal de Miranda.

## DISCUSSÃO

Avaliando a reprodução de *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda, apresentado no capítulo anterior, observou-se que a produtividade das araras azuis, no período de 1997-2008, teve uma média de  $1.9 \pm 0.1$  ovos por fêmea. Entretanto, entre a fase de ovo e filhotes e destes para a sobrevivência dos jovens, há grandes perdas (Figura 1). Em média, a taxa de reprodução foi de 0.6 jovens por casal que fez a postura de ovos. Isto representou apenas 35% de sucesso de jovens na postura de cada ovo, o que significa que somando as duas fases, as perdas são maiores que o sucesso. Estes resultados estão de acordo com as características e história de vida das espécies que apresentam: grande tamanho corporal, postura assincrônica, vida longa, maturidade tardia, número de reproduções, fecundidade e tamanho de ninhada, relatados na literatura (Ricklefs 2001, Gill 1994). E também reflete as alterações ambientais e interações com outras espécies que ocorrem no mesmo habitat, os quais variam no tempo e no espaço. Estes resultados são similares aos encontrados em outros estudos com psitacídeos (Snyder et al. 1987, Beissinger & Waltman 1991, Monterrubio et al. 2002, Seixas & Mourão 2002, Pacheco-Garzón & Losada-Prado 2006, Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006, Quevedo et al. 2006, Flórez 2006, Brightsmith & Bravo 2006)

A maior perda durante o período de incubação foi por predação, que representou 52% dos ovos perdidos nesta fase, sendo que o tamanho médio da postura predado foi de  $1.5 \pm 0.5$ . Os ovos foram tidos como predados se desapareceram do ninho ou, se as cascas foram encontradas com furo dentro do ninho ou se tiveram resto de casca de ovo esmigalhada dentro do ninho ou no chão.

As espécies que foram identificadas neste estudo predando ovos foram *Cyanocorax cyanomellus*, *Ramphastus toco*, *Didelphis*

*albiiventris*, porém outras espécies como: *Ara chloropterus*, *Ara ararauna*, *Micrastur semitorquatus* e *Coragyps atratus* destruíram os ovos por disputa de ninhos. Além disso, é bem possível que outras espécies sejam identificadas. O restante dos ovos (n= 190) falhou sem eclosão, com tamanho médio da postura falha de  $1.2 \pm 0.5$  ovos por ninho, pelos seguintes fatores: 21% (n= 83) por apresentarem ovos inférteis, sem fecundação, em alguns ninhos estes ovos foram incubados até 45 dias e depois abandonados ou enterrados sob a cama; 16% (n= 63) por que os ovos não se desenvolveram por interrupção do desenvolvimento embrionário devido a baixa temperatura, má formação do embrião, mal posicionamento do filhote na hora de eclodir, contaminação do embrião por fungos ou bactérias ou outra causa não identificada. Nestes casos, geralmente os ovos foram encontrados sobre a cama ou soterrados no meio da serragem.

Cerca de 11% (n= 44) falharam sem a eclosão dos ovos por motivos variados, sendo que destes apenas quatro não foi possível identificar. Dez ovos falharam por inexperiência de casais jovens que amassaram os ovos ao entrar e sair do ninho. Sete ovos foram quebrados por outras espécies de aves ou mamíferos que queriam ocupar a mesma cavidade (*Coragyps atratus*, *Micrastur semitorquatus*, *Ramphatus toco*, *Ara chloropterus*, *Mirmechophaga tetradactyla*). Sete ovos foram perdidos por que tiveram fissura ou o ovo trincado de fora para dentro e um total de 16 ovos tiveram insucesso com a eclosão, porque tiveram problemas com o arranjo estrutural do ninho: dez ovos foram perdidos porque os ninhos foram inundados, três porque as árvores quebraram e três porque tiveram problema na base do ninho (raso ou quebrado) e os ovos caíram no chão (Guedes et al. 2000).

Esses resultados são justificados por Ricklefs (2001) quando cita que o período de reprodução é uma das fases da vida que demanda mais esforço, tempo e energia, dos indivíduos. Nesta fase da

reprodução, as araras azuis não só precisam incubar os ovos, como também controlar a temperatura, do seu próprio corpo e para o desenvolvimento do embrião, defender o ninho e proteger de predação, num período em que tem a alimentação reduzida, uma vez que *A. hyacinthinus* fica a maior parte do tempo dentro do ninho, enquanto o macho fica responsável pela alimentação (Guedes, 1993).

Segundo Gill (1994) o tamanho da postura, que depende da energia viável para a produção do ovo e das características genéticas da espécie, é um dos fatores que vai definir o sucesso reprodutivo. Mas o sucesso vai depender também, dos cuidados parentais, experiência do casal, da escolha do ninho, micro-clima, da proteção do ninho, do comportamento do casal, dos fatores bióticos e abióticos associados, conforme foi observado neste trabalho. Outros autores, trabalhando com espécies diferentes, encontraram resultados que reafirmam os aqui encontrados (Saunders 1979, Willey 1985, Vacca & Hendel 1988, Arendt 2000, Zanette & Jenkins 2002, Seixas & Mourão 2002, Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006).

Dos ovos que foram predados, a maioria, 55% (n= 113), representou a perda total do ninho, fato que aconteceu em 54 ninhos com dois ovos e em três ninhos com postura de três ovos. Isto pode ser explicado porque uma vez encontrado o ninho, o predador, principalmente as aves, levam poucos segundos para pegar e ingerir os ovos. Ninhos predados, que não tiveram nova postura, foram abandonados pelas araras-azuis. Por outro lado, as falhas por ovos não eclodidos significaram 60% (n= 114) dos ninhos com perda parcial ou de apenas um ovo. Neste caso, o casal continuou incubando e teve sucesso com a produção de pelo menos um filhote. Os outros 40% restantes, ocorreram em 25 ninhos com os dois ovos inférteis, em cinco ninhos com os dois ovos que não se desenvolveram e em oito

ninhos que foram perdidos por inundação, quebra da árvore ou queda dos ovos no chão.

A incubação dos ovos férteis variou de 28 a 30 dias, mas chegou até 45 dias para ovos inférteis. Em alguns casos, onde foi possível constatar, os ovos inférteis ou que não se desenvolveram eram enterrados sob a cama pelas próprias araras, que posteriormente abandonaram o ninho. Com a observação de micro-câmara instalada dentro de um ninho, foi possível constatar a interrupção da incubação devido a presença de larvas de insetos broqueadores (espécie não identificada) e de artrópodos associados a entomofauna do ninho, como por exemplo Coleópteros da família Scarabidae, que reviravam a cama, fazendo com que o ovo ficasse soterrado, provocando o abandono do ninho.

A postura assincrônica e/ou a deficiência nutricional da fêmea ou deficiência de minerais na formação do ovo pode estar relacionados ao número de ovos inférteis que não se desenvolveram, o que é característica da maioria dos psitacídeos Neotropicais (Snyder et al. 1987). Segundo Gill (1994) os requerimentos para sobrevivência requerem ativa troca de oxigênio, carbono, dióxido e vapor d'água sobre as membranas. O crescimento depende da provisão do ovo e também da temperatura. Assim, a variação da eclosão depende do habitat e dos pais para regular o ambiente do ovo. Em alguns ninhos de arara azul, foi observado que os pais interromperam a incubação após o nascimento do primeiro filhote, em outros continuaram incubando, tanto que houve o caso de nascimento de um filhote com a diferença de 16 dias entre os irmãos.

A perda de dois ninhos com 3 ovos por inundação em 1998 pode ser explicada pelas quantidade de chuva, 142,5 mm, em agosto fora do normal para a época do ano, a qual coincidiu com o período do pico de produção de ovos. Fato este que se repetiu em 2003 quando

choveu 113 e 320 mm, em setembro e outubro, respectivamente, fazendo com que dois ninhos com total de três ovos, fossem perdidos por inundação. Trabalho com *Amazona aestiva* no Pantanal de Miranda, também apontou este tipo de problema onde os ninhos são inundados quando ocorre a precipitação de um intenso volume de chuva (Seixas e Mourão 2002).

Com relação aos filhotes, dos 320 ninhos que tiveram filhotes, em média, 49% tiveram filhotes perdidos. Um total de 494 filhotes foi produzido no Pantanal de Miranda, no período de 1998 a 2007, mas em média, 37% morreram antes de chegar antes de deixar o ninho. Dos ninhos que falharam com filhotes, em média 44% (n= 70) tiveram a perda total dos filhotes, enquanto que o restante teve a perda parcial. Porém, estes resultados parecem estar de acordo com a espécie, que faz postura assincrônica, e, neste caso, o 2º filhote já nasce em desvantagem (Gill 1994); é monógama, como a maioria das aves e dos psitacídeos, que formam casais fiéis e por muito tempo, em que a participação dos dois sexos será essencial para a sobrevivência dos filhotes. O macho, geralmente vai ser responsável pela defesa do território e providenciar alimento para a fêmea e posteriormente, também do filhote.

Estudos realizados com outros psitacídeos Neotropicais corroboram com estes resultados (Beissinger e Waltman 2001, López-Lanús 2000, Monterrubio et al. 2002, Seixas & Mourão, Sanz & Rodríguez-Ferrara 2006). No caso das araras azuis no Pantanal, tem-se observado que embora o macho seja responsável e alimente a fêmea, ela sai rapidamente do ninho, no período de incubação para buscar alimento por perto. Depois que o filhote nasce nos primeiros cinco a sete dias a fêmea passa a maior parte do tempo dentro do ninho, mas à medida que o filhote cresce e se desenvolve, ela sai do ninho com o macho para buscar a comida e alimentar sua prole.

A perda de filhotes ocorreu por dois fatores principais: 1º) mortalidade e, 2º) predação. Um total de 62% (n= 114, média  $1.1 \pm 0.3$ ) teve a mortalidade do filhote associada à inanição, doenças, infestação de ectoparasitas, frio, inundação do ninho, quebra de galho ou queda da árvore. Nestes casos, o filhote ou restos (membranas, penas, ossos) foram encontrados dentro do ninho ou sob a cama, e no chão, quando houve a queda da árvore. Em apenas 24% (n= 25) dos ninhos que tiveram perda por mortalidade, a perda foi total, com um ou dois filhotes. A maioria dos ninhos 76% (n= 81) tiveram perdas parciais.

Um total de 38% (n= 69, média  $1.2 \pm 0.4$ ) dos ninhos foram perdidos devido a predação por insetos, aves e mamíferos, que foi total em 76% (n=42) na maioria dos ninhos predados. A identificação dos ninhos predados ocorreu pelo desaparecimento completo dos filhotes dos ninhos, ou o encontro de parte deles na cama ou no chão, como penas, bico, ossos, unhas, etc. O tamanho médio da ninhada perdida por mortalidade foi de  $1.1 \pm 0.3$  filhotes, enquanto que para predação foi de  $1.2 \pm 0.4$ .

Estes resultados estão de acordo com o esperado para as características da espécie, da história de vida, da forma e tamanho da postura, do tipo de ninho escolhido, entre outros. Gill (1994) diz que a redução da ninhada pode ser uma estratégia que os pais têm para proteger-se contra a perda de toda a ninhada, em condições de diminuição do desenvolvimento. Além disso, o mesmo autor afirma que espécies de aves que têm um longo período de reprodutivo, refletem isso na idade da 1ª reprodução, número de jovens que voam por ano e a sobrevivência destes e da longevidade dos próprios adultos. Estes resultados também estão de acordo com a maioria das pesquisas realizadas com outros psitacídeos Neotropicais (Snyder et al. 1987, Beissinger & Waltman 1991, López-Lanús 2000, Monterrubio et al.

2002, Seixas & Mourão 2002, Sanz & Rodríguez-Ferraro 2006, Quevedo et al. 2006, Flórez 2006, Brightsmith & Bravo 2006)

Analisando o ano de 1998, que teve o maior percentual de filhotes perdidos entre as dez estações reprodutivas, com 53% (n= 21) dos filhotes que foram produzidos mas não tiveram sucesso, encontrou-se os seguintes resultados. Nesse ano, 47% (n= 10) foram perdidos por predação e o restante mortalidade. Um total de sete recém-nascidos era o 2º filhote e morreram nos primeiros dias de vida, e nestes casos, todos os irmãos mais velhos, voaram. Um total de quatro filhotes foi perdido por queda da árvore, um ninho com dois filhotes e os outros dois por inundação do ninho.

Tudo indica que em três ninhos, cinco recém-nascidos começaram a ser comidos por formigas carnívoras do gênero *Solenopsis* logo após a eclosão (através da análise dos restos dos filhotes encontrados e máquina fotográfica, semelhante a armadilha fotográfica, que foi instalada dentro de um dos ninhos). Um filhote de aproximadamente 60 dias, resultado de uma segunda postura no ninho, teve grande infestação de larvas de bernes do gênero *Philornys* (Guedes et al. 1999), começou a ficar debilitado e sofrer ataques de formigas do *Solenopsis* e ácaros hematófagos, *Ornithonissus bursa* (Araújo et al. 1999).

Dois filhotes de um ninho foram predados com um mês de idade e a suspeita é *Micrastur semitorquatus* que posteriormente ocupou o ninho. Um ninho, de 2ª postura, em que os ovos tinham sido predados, teve os dois filhotes predados com quase três meses de vida. Um dos filhotes era normal, mas o 2º apresentava o desenvolvimento raquítico e estava com o peso bem abaixo da média normal para a idade. Numa noite, desapareceu o filhote menor, sem deixar o menor indício. Na noite seguinte, foi a vez do irmão mais velho, que teve as penas arrancadas a uns 20 metros do ninho. As suspeitas foram as

corujas *Bubo virginianus* e, ou *Pulsatrix perspicillata*, que ocorrem na região, mas nada pode ser comprovado.

Analisando a idade dos filhotes perdidos (mortalidade e predação), no período de 1998-2007 no Pantanal de Miranda, verificase que a maioria das perdas ocorreu nos primeiros sete dias de vida, representando 69% (n= 127) dos filhotes perdidos. Outros 6% (n= 11) das perdas ocorreu na idade de 8-15 dias de idade, 10% (n=18) com filhotes na idade de um mês de vida, 9% (n= 17) foram perdidos com filhotes que estavam com aproximadamente 60 dias de idade e 5% (n= 10) foram perdidos com 90 dias de idade, quando já estavam se preparando para voar.

Além dos predadores de filhotes já confirmados acima, deve se verificar com mais cuidado *Coragyps atratus*, *Poliborus plancus*, *Geranospiza caerulesces* e *Eira bárbara*, que foram vistos nos ninhos ou deixaram indícios. Em 2002, foi constada a perda de um filhote com 9 dias de idade para ocupação da cavidade por *Mirmechophaga tetradactyla*. Do total de filhotes perdidos, dez morreram com a queda da árvore (n=6), incluindo desde recém-nascidos até a idade de 60 dias. Seis filhotes, todos recém-nascidos, foram perdidos em três ninhos por excesso de umidade ou inundação.

Com relação a mortalidade por doenças e ectoparasitas, foram encontradas várias ocorrências, com perda parcial ou total dos filhotes, em diferentes idades, mas nem todas as causas foram identificadas. Em 2000, a necropsia de um filhote com um mês de idade, demonstrou que estava albergando o sorovar de *Salmonella Bredney*, o qual foi o primeiro relato para *A. hyacinthinus* na natureza (Vilela et al. 2001). Estudos realizados por Raso et al. (2006), no Pantanal de Miranda em 2000 e 2001, relata a ocorrência de *Chlamydophila pisttaci* ao encontrar resultados positivos para swabs traqueal e cloacal de filhotes de arara azul, mas ressalta que os

filhotes não apresentaram sinal clínico de doença. A coleta de material biológico (sangue, fezes, *swabs* de traqueal e cloacal) dos filhotes antes de voarem, tem sido realizada, juntamente com outros pesquisadores, para determinar os parâmetros de sanidade destas aves em ambiente natural.

Os resultados apresentados e analisados neste trabalho remetem as características e história de vida da arara azul, com grande tamanho corporal, começo da reprodução tardia, longevidade, várias reproduções ao longo da vida, fiel aos sítios de nidificação, monógama, com postura assincrônica que requer grande investimento de energia e tempo na proteção e cuidado com a prole. Todas estas variáveis compreendem uma força constante dentro da dinâmica da população que leva a uma redução da ninhada, porém a resistência ambiental da espécie garante a sobrevivência de pelo menos um filhote.

A baixa taxa reprodutiva pode ser tida como um ajuste às condições ambientais e às interações com as outras espécies, natural na flutuação da dinâmica populacional. Entretanto, com a aceleração das mudanças climáticas, alteração, perda e fragmentação do habitat, espécies como a arara azul, que se encontram na lista de espécies ameaçadas de extinção, que tem requerimentos específicos, dependendo de poucas espécies na natureza, para a sua sobrevivência, poderão ficar mais reduzidas e caminhar mais rápido rumo à extinção. Se o manejo, principalmente de ninhos não estivesse sendo realizado não estaria havendo um aumento do número de casais que se reproduzem a cada ano, e que só com isso, já está permitindo projetar um aumento efetivo de quatro jovens a cada 100 ovos postos. Parece pouco, mas é bastante considerando o custo energético da reprodução.

Sabe-se que os fatores que governam as populações são aqueles que causam mortalidade alta e grande variação na progênie.

Assim, espera-se que estes resultados possam contribuir mais para a conservação da espécie e sua variabilidade genética à longo prazo. Considerando que a arara azul é uma espécie bandeira certamente merece um manejo diferenciado no Pantanal, e, que por meio da sua conservação ajude a conservar toda a biodiversidade relacionada a esta espécie.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Araújo, C.P.; Werneck, M.R.; Górsky, A.; Lamazáres-Peréz, M.D.C.; Guedes, N.M.R. & Araújo, F.R. 2000 Pesquisa de parasitos em fezes de filhotes de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus*. In: ENCONTRO DE BIÓLOGOS DO CRB-1 SP, MT, MS, 11, Anais, São Pedro-SP, 17-20/04/2000, p.88.
- Arendt, W. J. 2000. Impact on Nest Predators, Competitors, and Ectoparasites on Pearly-Eyed Thrashers, with Comments on the Potential Implications for Puerto Rican Parrot Recovery. *Ornitologia Neotropical* 11: 13–63.
- Beissinger, S. & Waltman, J. R. 1991. Extraordinary Clutch Size and Hatching Asynchrony of a Neotropical Parrot. *The Auk* 108: 863-871.
- Brightsmith, D.; Bravo, A. 2006. Ecology and management of nesting blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) in *Mauritia* palm swamps. *Biodiversity and Conservation* 15:4271–4287.
- Cardoso, M.R.F.; Bernardo, V.M. & Guedes, N.M.R. 2000 A incubação artificial de ovo de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* e reintrodução em ninho natural. In: ENCONTRO DE PESQUISA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIDERP, II, Anais, Campo Grande-MS, 2000, p.104-105.
- Faria, P. J., Guedes, N. M. R., Yamashita, C., Martuscelli, E., Miyaki, C. Y. 2007. Genetic variation and population structure of the endangered

Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*): implications for conservation. *Biodivers Conserv.* 17: 765-779.

- Flórez, P. 2006. Estudio de la ecología de una población del Loro Orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) en Antioquia y Caldas con fines de conservación. *Conservación Colombiana*. n.2. p.71-86.
- Gill, F.B. 1994. *Ornithology*. 2<sup>a</sup> ed., W.H. Freeman and Company. New York. 647p.
- Guedes, N.M.R. 1993 *Biologia reprodutiva da arara-azul (Anodorhynchus hyacinthinus) no Pantanal - MS, Brasil*. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. p 122. (dissertação de mestrado).
- \_\_\_\_ 1995. Alguns aspectos sobre o comportamento reprodutivo da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) e a necessidade de manejo para a conservação da espécie. *Palestras..* In: ANAIS DE ETOLOGIA, 13, Pirassununga,SP, 274-292.
- \_\_\_\_ 1999b. Projeto arara azul – biologia, manejo e conservação. Relatório técnico anual. Comitê para conservação da arara-azul-grande. IBAMA. Campo Grande. 187p.
- \_\_\_\_ 2000. Projeto arara azul – biologia, manejo e conservação. Relatório técnico anual. Comitê para conservação da arara-azul-grande. IBAMA. Campo Grande. 145pp.
- \_\_\_\_ 2001. Projeto arara azul – biologia, manejo e conservação. Relatório Técnico Anual. Comitê para conservação da arara-azul-grande. IBAMA. Campo Grande. 173p.
- \_\_\_\_ 2002 The Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) Project in the Pantanal South, Brazil. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE PAPAGAIOS, CONSERVANDO LOS LOROS Y SUS HABITATS, V, 2002, Tenerife, Españã. *Palestras...* Ed. Loro Parque, Tenerife, España, p.163-174.
- Guedes, N.M.R. & Seixas, G.H.F. 2002. Métodos para estudos de reprodução de Psitacídeos. In: *Ecologia e conservação de psitacídeos no*

- Brasil. Eds. M. Galetti & M.A Pizo. *Melopsittacus* Pub. Científicas. Belo Horizonte. p. 123-139.
- Guedes, N.M.R.; Harper, L.H. 1995. Hyacinth macaw in the Pantanal. In: J. Abramson, B.L.Speer & J.B.Thomsen. (Ed.). *The large macaws: their care, breeding and conservation*. Fort Bragg, California: Raintree Publications. Cap.20.p.394-421.
- Guedes, N.M.R.; Cardoso, M.R.F.; Bernardo, V.M.; Faria, P.J.; Araújo, F.R.; Lamazares-Peréz, M.D.C.; Werneck, M.R. & Górski, A. 2000 Predação e mortalidade de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal, Brasil. In: ORNITOLOGIA BRASILEIRA NO SÉCULO XX. Ed. F.C. Straube, M.M. Argel-de-Oliveira & J.F. Cândido Jr.. Curitiba. p.325-326.
- Harris, M.; Tomas, W.; Mourão, G.; Silva, C. Guimarães, E.; Sonoda, F.; Fachim, E. 2005. Desafios para proteger o Pantanal Brasileiro: Ameaças e iniciativas em conservação. *Megabiodiversidade* 11:156-164.
- López-Lanús, B. 2000. Collared Forest-falcon *Micrastur semitorquatus* courtship and mating, with take-over of a macaw nest. *Cotinga* 14: 9-11.
- Masello, J. F., Quillfeldt, P. 2002. Chick Growth and Breeding Success of the Burrowing Parrot. *The Condor* 104: 574-586.
- Miyaki, C.Y.; Guedes, N.M.R.; Herrera, R.P. & Wajntal, A. 1995. Estudo da variabilidade genética e da razão sexual de uma população silvestre de arara azul do Pantanal. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 410, *Revista brasileira de Genética/Brazilian Journal of genetics*, 18(3),suppl., september. p.314.
- MMA – Ministério de Meio Ambiente. 2007. Inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas – recomendações para a integração das considerações sobre biodiversidade na implementação da Convenção-Quatro das UM sobre mudanças do clima e seu protocolo de Kyoto, 220p.
- MMA – Ministério de Meio Ambiente. 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Machado, A.B.M.; Drummond, G.M. & Paglia, A.P. (Eds.). 2 vol. Brasília, DF. 1420p.

- Monterrubio, T., Enkerlin-Hoeflich, E., Hamilton, R. B. 2002. Productivity and Nesting Success of Thick-Billed Parrots. *The Condor* 104:788–794.
- Pacheco-Garzón, A.; Losada-Prado, S. 2006. Biología reproductiva del Loro Orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) en el Tolima. *Conservación Colombiana*. n.2. p.87-97.
- Padovani, C.R.; Cruz, M.L.L.; Padovani, S.L.A.G. 2004. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. *In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*, EMBRAPA Pantanal. pp. 1-7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pantanal), Corumbá.
- Pizo, M. A., Donatti, C. I., Guedes, N. M. R, Galetti, M. 2008. Conservation puzzle: Endangered hyacinth macaw depends on its nest predator for reproduction. *Biological Conservation* 141: 792-796.
- Presti, F.T. 2006. Caracterização da variabilidade genética em espécies de psitacídeos ameaçados. 83f. Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado.
- Quevedo, A.; Salaman, P.; Mayorquin, A.; Osorno, N.; Valle, H.; Solarte, C.; Reinoso, R.; Sanabria, J.; Carantón, D.; Díaz, V.; Osorno, G. & Verhelst, J.C. 2006. Loros amenazados de la Cordillera Central de los Andes de Colombia: una iniciativa de conservación basada en la investigación y la educación ambiental. *Conservación Colombiana*. n.1. p.21-57.
- Raso, T. F., Seixas, G. H. F., Guedes, N. M. R., Pinto, A. A. 2006. *Chlamydophila psittaci* in free-living Blue-fronted Amazon parrots (*Amazona aestiva*) and Hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Veterinary Microbiology* 117 : 235 – 241.
- Ricklefs, R. E. 2001. *A Economia da Natureza*. 5. Edição. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brazil, 503p.
- Santos Junior, A., Ishii, I. H., Guedes, N. M. R., Almeida, F. L. R., 2006. Appraisal of the ages of the trees used as nests by the Hyacinth Macaw

in Pantanal, Mato Grosso. Technical – Scientific Articles *Natureza e Conservação*, 4 (2): 180-188.

- Sanz, V., Rodriguez-Ferrero, A., Albornoz, M., Bertsch, C. 2003. Use of Artificial Nests by the Yellow-Shouldered Parrot (*Amazona barbadensis*). *Ornitologia Neotropical* 14: 345–351.
- Saunders, D.A. 1979. The availability of tree hollows for use as nest sites by White-tailed Black Cockatoos. *Aust. Wildl. Res.*, 6:205-16.
- Seixas, G. H. F., Mourão, G. M. 2002. Nesting success and hatching survival of the Blue-fronted Amazon (*Amazona aestiva*) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *J. Field Ornithol.* 73(4):399–409.
- Sick, H. 1997 – *Ornitologia Brasileira*. Ed. Nova Fronteira, 3rd. Rio de Janeiro. 912p.
- Silva, J. S. V., Abdon, M. M. 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas Sub-Regiões. *Pesq. agropec. Brás* 33:1703-1711.
- Silva, V. da. 1995. Elementos fisiográficos para delimitação do ecossistema Pantanal: Discussão e proposta. *Oecologia Brasiliensis*. V.1, p.349-458.
- Snyder, N. F. R., J. W. Wiley & C. B. Kepler. 1987. *Parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot*. Western Foundation of Vertebrate Zoology, Los Angeles.
- Vacca, M. M., Handel, C. M. 1988. Factors Influencing Predation Associated With Visits to Artificial Goose Nests. *J. Field Ornithol.*, 59(3):215-223.
- Vargas, F.C.; Faria, P.J. & Guedes, N.M.R. 2001. Incubação artificial, translocação e reintrodução de ninhegos de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal de Miranda - MS. In: ORNITOLOGIA SEM FRONTEIRAS, Ed. Straube, F.C., Curitiba, p.385-386.
- Vilela, V.O., Guedes, N.M.R., Araújo, F.R., Solari, C.A., Filiú, W.F.O., Catelan, V.L., Alves, M.M., Carmo, M.A., Souza, R.A., Vargas, F.C. 2001 *Salmonella Bredney* em arara azul *Anodorhynchus hyacinthinus*. In: ORNITOLOGIA SEM FRONTEIRAS, Ed. Straube, F.C., Curitiba, 2001, p. 390-391.

Wiley, J. W. 1985. The Puerto Rican Parrot and competition for its nest sites. In: Conservation of Island birds. ICBP Technical Publication. (3):213-223.

Zanette, L., Jenkins, B. 2000. Nesting Success and Nest Predators in Forest Fragments: A Study Using Real and Artificial Nests. *The Auk* 117(2):445-454.

### Capítulo 3

## **CRESCIMENTO DE FILHOTES DE ARARA-AZUL *Anodorhynchus hyacinthinus* EM DEZ ESTAÇÕES REPRODUTIVAS NO PANTANAL, BRASIL**

**Resumo:** Este trabalho foi realizado nas sub-regiões do Pantanal (Nhecolândia, Abobral, Aquidauana e Miranda), estado de Mato Grosso do Sul, entre janeiro de 1991 a março de 2001. Foram coletadas as variáveis de peso, comprimento total e cauda dos filhotes de arara azul. Com isso, procurou-se encontrar qual o modelo de desenvolvimento dos filhotes e como variavam os ganhos de massa em peso e os crescimentos do comprimento corporal. Foram realizadas análises para determinação das diferenças entre o desenvolvimento entre as estações reprodutivas, comparações entre o primeiro e o segundo filhote e entre ninhos com um filhote e ninhos com dois filhotes, também foi determinado a curva de crescimento para comprimento total e peso. Foram testadas curvas de crescimento mais usuais, mas estas não se adequaram. Por isso, foi desenvolvida uma curva logística. Os resultados mostraram que a variável comprimento total apresentou um comportamento linear e menor variação entre os indivíduos, sendo assim o melhor parâmetro para estimar a idade dos filhotes. O peso apresentou um crescimento logístico, mas com grande variação entre os indivíduos. Não houve diferença estatística significativa na média do crescimento dos filhotes nos diferentes anos, bem como não houve diferença significativa no desenvolvimento do primeiro e segundo filhote ou ninhos com um ou dois filhotes. Observou-se que as variações entre indivíduos foram em função das variações ambientais como disponibilidade de alimento fornecido pelos pais, da localização do ninho, das variações climático-ambientais, das enfermidades, das infestações por ectoparasitas. Assim, estes resultados mostraram que arara azul tem um crescimento mais lento que outros psitacídeos menores mas que de uma forma geral, está de acordo com o esperado para as aves nidícolas.

**CRESCIMENTO DE FILHOTES DE ARARA-AZUL**  
***Anodorhynchus hyacinthinus* EM DEZ ESTAÇÕES**  
**REPRODUTIVAS NO PANTANAL, BRASIL**

**INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de um indivíduo começa com a divisão das células embrionárias e termina com o aprendizado de comportamentos complexos, cujas habilidades vão torná-los capaz de se transformar num jovem adulto (Gill 1994). Nas aves nidícolas, a fase mais espetacular do crescimento acontece no primeiro ano de vida, considerado desde a eclosão do ovo até o abandono do ninho, quando um desprotegido ninhêgo recebe uma plumagem juvenil e depois chega ao momento crucial da vida, que é deixar o ninho. Fatores genéticos e ambientais é que vão determinar o sucesso ou insucesso nesta fase, conforme foi mostrado nos capítulos anteriores com relação a *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal.

Psittaciformes (psitacídeos e cacatuas) é o grupo de aves, cujas características como beleza, coloração, longevidade, capacidade de adaptação em cativeiro, os torna mais requisitados para servirem como animais de estimação. A família Psittacidae compreende cerca de 330 espécies, sendo 148 no Novo Mundo e 184 no Velho Mundo e Austrália. Por isso, a maioria das espécies dos psitacídeos está em perigo de extinção ou diminuindo devido a uma combinação de captura para o tráfico e perda de habitat (Juniper & Parr 1998, Snyder et al. 2000, Wright et al. 2001).

Devido ao tamanho do grupo, pode se dizer que poucos estudos têm sido bem conduzidos na natureza, com Psittaciformes, o

que corresponde a menos de 10% das espécies. Entretanto, pesquisas têm sido crescentes (Beissinger & Waltman 1991, Beissinger & Bucher 1992, Guedes 1993, Guedes 1995, Bianchi 1998, Enkerlin-Hoeflich et al. 1999, Barros 2001, Monterrubio 2002, Masello & Quillfeldt 2002, Seixas & Mourão 2003, Vaughan et al. 2003, Ragusa Neto 2004, Renton & Salinas-Melgoza 2004, Brighsmith & Bravo 2006, Floréz 2006, Quevedo et al. 2006, Trauco 2007, entre outros).

Todavia, ainda há muita carência de informação e de conhecimentos básicos. Trabalhos de longo prazo, que avaliem a dinâmica e flutuações das populações, são mais raros ainda. Por isso, o objetivo deste trabalho foi analisar o desenvolvimento, através do crescimento corporal, de filhotes de uma população de arara-azul *Anodorhynchus hyacinthinus* durante dez estações reprodutivas no Pantanal; bem como encontrar o melhor parâmetro para estimar a idade de filhotes de vida livre.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de Estudo**

Este trabalho foi realizado nas sub-regiões da Nhecolândia, Abobral, Aquidauana e Miranda (16° e 21° S e 55° e 58° W), Pantanal, Mato Grosso do Sul, de agora em diante, chamado de Pantanal Sul. O trabalho foi realizado em 47 fazendas, todas propriedades privadas cobrindo uma área de aproximadamente 300 mil hectares, conforme pode ser observado na Figura 1.

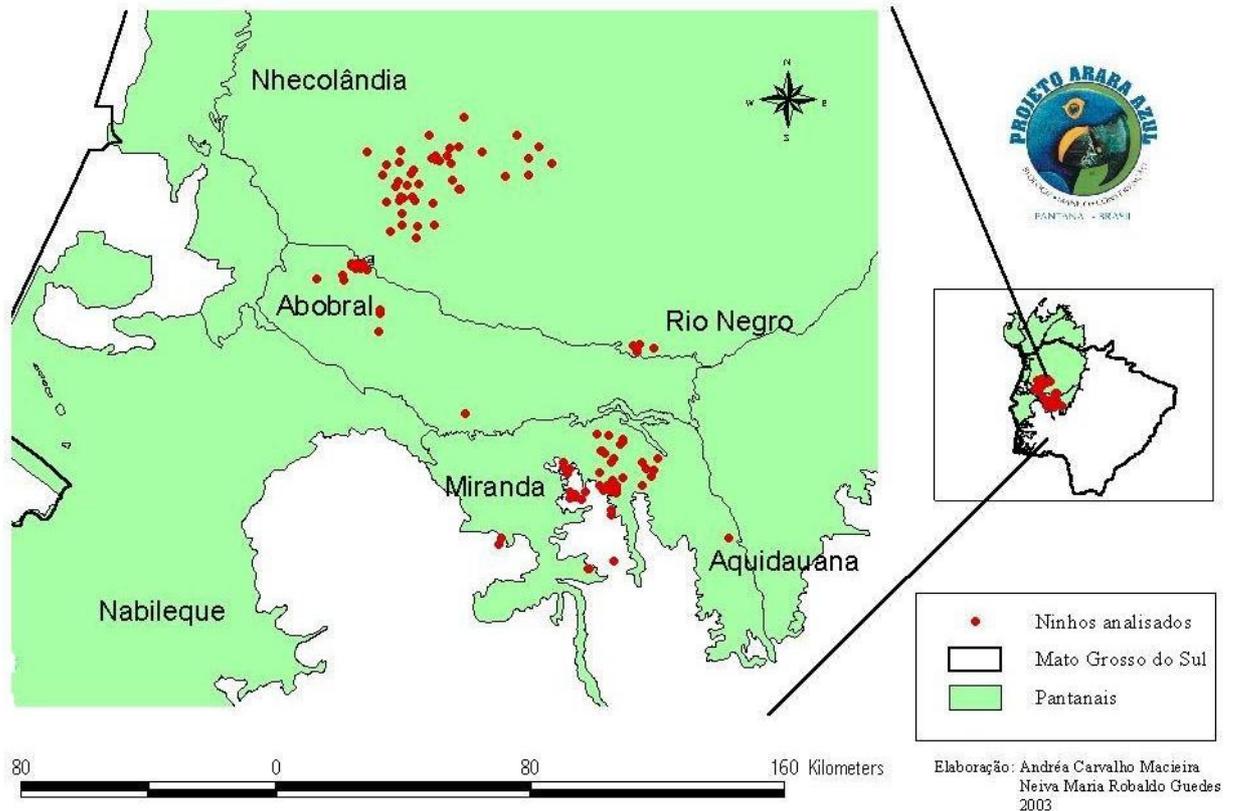


Figura 1 – Mapa do Estado de Mato Grosso do Sul e Pantanal (menor) e sub-regiões da Nhecolândia, Abobral, Rio Negro, Aquidauana e Miranda, que tiveram ninhos monitorados com filhotes que voaram entre 1991 e 2001.

Localizado no centro da América do Sul, o Pantanal é considerado a maior área úmida continental do planeta: situado nos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, estendendo-se sobre a Bolívia e o Paraguai, com cerca de 140 mil km<sup>2</sup> (Silva 1995, Silva & Abdon 1998). O clima do Pantanal é do tipo Aw (sistema Koeppen) com a temperatura média anual é de 25 °C, e o regime das chuvas (novembro a abril) compreendem duas estações relativamente bem definidas, que é o inverno seco e o verão chuvoso. Segundo Keuroghlian & Disbiez (2004) na superfície alagável, a precipitação varia de 600 a 1700 mm por ano (média de 1250mm). As terras altas, em geral, recebem mais água, com média de 1500 mm por ano. O nível do Rio Paraguai também varia muito, de 3,5 m a mais de 6m acima da

média, sendo muito variável de ano para ano e influenciando na produção dos organismos.

A paisagem pantaneira é notadamente o resultado dos ciclos das águas. Durante a estação cheia até 80% da região fica inundada, tornando-se uma área de difícil acesso, com longos períodos de inundações e baixa densidade populacional humana. As paisagens mais características do Pantanal são os cordões de matas “cordilheiras”, ilhas de vegetação arbustiva/arbórea “capões” entremeados pelos campos de savanas, lagoas de água doce “baías” e de água salobra “salinas”, bem como rios permanentes e riachos “corixos” de águas temporárias (Silva et al. 2000).

Com uma complexa rede hidrológica, somado ao efeito da cheias e secas, o Pantanal forma diferentes ambientes ricos em nutrientes que fornecem abrigos e alimentos para os exemplares da fauna, diversa e abundante que podem ser ali, facilmente observada. Devido aos longos períodos de inundação, dificuldade de acesso e baixa densidade populacional mantêm-se pouco alterado, sendo um dos biomas brasileiros mais conservados. Segundo o Ministério do Meio Ambiente apenas 13% do Pantanal foi modificado. O Pantanal é considerado Reserva da Biosfera e Patrimônio Natural da Humanidade.

Entretanto, nas últimas décadas, com as transformações do sistema produtivo, levando a uma expansão da fronteira agropecuária, indústria (siderúrgicas) e procura por combustíveis alternativos, a descaracterização do Pantanal vem sendo acelerada principalmente por desmatamento e queimada descontrolada (Silva 1995, Padovani et al. 2004, Harris et al. 2005,), o que acaba afetando muitas espécies sensíveis a estas modificações, bem como as espécies ameaçadas, levando a uma perda de biodiversidade.

## **Métodos**

Este estudo realizado no período de julho 1991 a março de 2000, envolvendo dez estações reprodutivas das araras azuis *A. hyacinthinus* no Pantanal Sul. Ninhos com filhotes foram encontrados em ninhos naturais localizados em cavidades arbóreas ou caixas artificiais desenvolvidas e instaladas para as araras-azuis no Pantanal Sul, da mesma forma que foi descrito no capítulo 1 e em Guedes & Seixas (2002). Os ninhos foram inicialmente localizados, medidos, marcados e aqueles com filhotes sobreviventes foram mostrados num mapa (Figura 1). Porém, todos os filhotes foram pesados e medidos, mesmo aqueles que morreram ao longo do período, bem como os filhotes retardatários, do final da estação reprodutiva.

Os ninhos foram monitorados mensalmente, mas a partir da postura de ovos, foram vistoriados com periodicidade diária ou semanal, principalmente com filhotes recém nascidos, variando no máximo até 12 dias. Devido a dinâmica da população, o número de ninhos com filhotes, variou a cada ano, conforme pode ser observado na Tabela 1. Embora o desenvolvimento dos indivíduos, comece dentro do ovo, a partir da divisão das células embrionárias, neste estudo, será analisado o desenvolvimento do filhote, a partir do momento da eclosão do ovo, até a sobrevivência e abandono do ninho, pelo jovem.

Segundo Sick (1997) as aves nidícolas, que fazem ninhos em buracos como as araras azuis, nascem nuas, e logo depois brota uma finíssima penugem. Segundo este mesmo autor, desde o nascimento até deixar o ninho, são chamados de ninhêgo.

Neste trabalho, adotou-se o nome de recém-nascido para os primeiros dias de vida do filhote, até no máximo sete dias, período que ainda não pode controlar sua própria temperatura, e chamou-se de

filhote, todos os indivíduos que passaram desta fase, até aproximadamente 90 dias de idade, quando passaram a ser chamados de jovens, poucos dias antes de voarem, deixando definitivamente os ninhos (Guedes & Harper 1995).

Tabela 1 – Número de ninhos monitorados, número de casais reprodutivos, número de casais com filhotes e número de filhotes monitorados no período de 1991 à 2000 no Pantanal.

<b>Anos</b>	<b>Nº de Ninhos Monitorados</b>	<b>Nº de Pares Reprodutivos</b>	<b>Nº de ninhos com filhotes</b>	<b>Nº de filhotes monitorados</b>
1991	73	28	24	37
1992	89	32	20	31
1993	98	37	24	30
1994	122	42	30	38
1995	151	51	34	49
1996	160	55	36	55
1997	176	50	43	57
1998	174	52	36	55
1999	310	80	59	74
2000	278	61	51	67
<b>Total</b>	<b>1631</b>	<b>490</b>	<b>357</b>	<b>493</b>

Um total de 493 filhotes foi monitorado, dos quais apenas 77% (n= 378) sobreviveram nas dez estações reprodutivas acompanhadas. Para monitorar os ninhos foi composta uma equipe de

duas ou três pessoas, mas para evitar erros de medição, toda biometria foi feita por apenas uma pessoa, durante todo o período.

Para realizar a biometria, a árvore foi escalada e os filhotes foram levados até o chão, dentro de um saco de tecido macio ou balde. Para as medições foram utilizados os seguintes equipamentos: paquímetro de 150 mm, régua de 2 m e inicialmente, foram utilizadas pesolas de 500g e 2000g. A partir de 1996, foi utilizada apenas balança digital OHAUS com capacidade para até 2 kg.

Antes de voarem, todos os filhotes foram pesados, medidos, anilhados. Os filhotes sobreviventes tiveram sangue coletado para análise de DNA e sexagem realizada pelo Laboratório de Genética e Evolução Molecular do IB-USP. Em ninhos com dois irmãos, foi possível identificar os filhotes mais velhos, geralmente maiores e mais pesados, que os mais jovens, com raras exceções. A análise de sexagem foi realizada no final de cada período reprodutivo, portanto os resultados só foram conhecidos após os filhotes terem voado.

### **Análise estatística**

Foram realizadas análises para determinação da curva de crescimento para três variáveis: peso corporal, crescimento total e comprimento das penas da cauda, citadas para o desenvolvimento do primeiro e segundo filhote e entre macho e fêmea.

Os dados foram analisados utilizando um programa específico para desenvolvimento de análise de regressão linear e não linear o Graphpad Prism, versão 5.0. Médias e os respectivos desvios padrão foram relatados para todas as variáveis biométricas. Para análise do peso corporal, comprimento total e cauda entre sexos e primeiro e segundo filhotes foram utilizadas teste não paramétrico Mann Whitney

com um nível de significância de  $P < 0,05$  para rejeição da nulidade. Utilizou-se da correlação de Pearson para análise dos dados de idade em relação massa corporal e as medidas de superfície. Para a análise dos parâmetros de crescimento e desempenho foi usado o módulo não linear do programa Graphpad Prism, a equação utilizada foi o modelo logístico para quatro parâmetros ou Equação de Hill num intervalo de confiança de 95%.

## RESULTADOS

### **Peso**

O peso médio de 42 ovos de arara azul foi de  $33,33 \pm 3,99g$ , enquanto que uma amostra de 27 filhotes, pesados desde o primeiro dia, teve uma média de  $23,00 \pm 2,94g$ . Com idade de 15 dias, pesaram em média  $212,83 \pm 32,62g$ , com 30 dias  $612,05 \pm 30,47g$ , com 60 dias  $1.188,74 \pm 99,83g$ , com 90 dias  $1362,75 \pm 47,10$  e ao deixar o ninho,  $1177,50 \pm 105,47g$ .

Em média, o desenvolvimento total do filhote de *A. hyacinthinus*, desde a eclosão do ovo até o abandono do ninho foi de  $107 \pm 7$  dias. Durante o desenvolvimento o filhote apresentou um incremento médio de  $14,34 \pm 0,20g$ . A uma correlação (Pearson) entre idade e peso foi de  $r = 0,92$ . Os dados obtidos para elaboração da curva de crescimento corporal em peso foram: A máx =  $1326 \pm 5,5g$  (valor assíntota máxima para Y); T =  $30,08 \pm 0,23$  dias (ponto de inflexão) e K =  $14,34 \pm 0,20g$  (incremento em peso). A equação explicou 98% ( $R^2 = 0,9805$ ) do crescimento em peso para o tempo total de desenvolvimento e a média dos anos de observação. A assíntota

mínima foi fixada em  $-150$  sendo este o operador de translação que ajusta a curva de acordo com o real observado em campo.

O resultado das curvas de crescimento corporal do peso médio e desvio padrão de filhotes de arara-azul; bem como a variação entre o 1º e 2º filhote e entre filhote macho e fêmea é apresentado nas Figuras 2, 3 e 4 respectivamente.

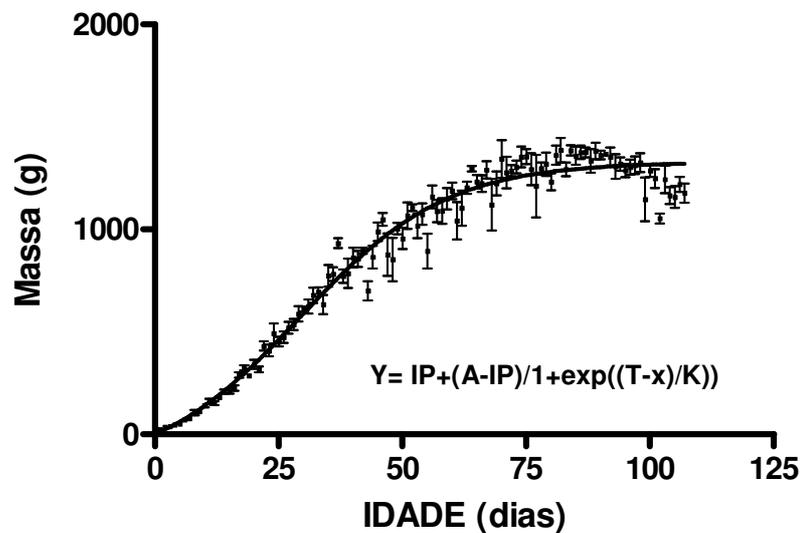


Figura 2 – Desenvolvimento corporal do peso média (g) e desvio padrão de filhote de *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal Sul, em dez estações reprodutivas. A curva logística foi plotada usando parâmetros dados pela equação da figura (IP = Ponto de inflexão (em dias); A = Assíntota (em gramas); T = tempo; K = percentual de crescimento (constante)).

Quando analisado apenas um único indivíduo a equação mostrou um melhor desempenho explicando 99,4% do ganho de peso do filhote.

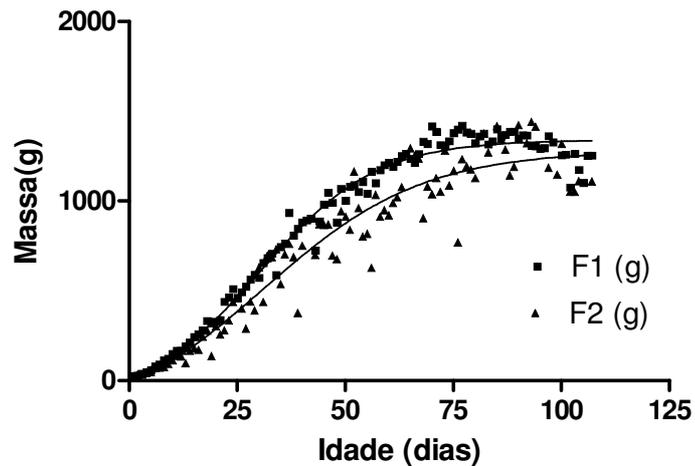


Figura 3 - Variação do crescimento corporal em peso de acordo com eclosão entre o 1º e 2º filhote de arara azul no Pantanal Sul.

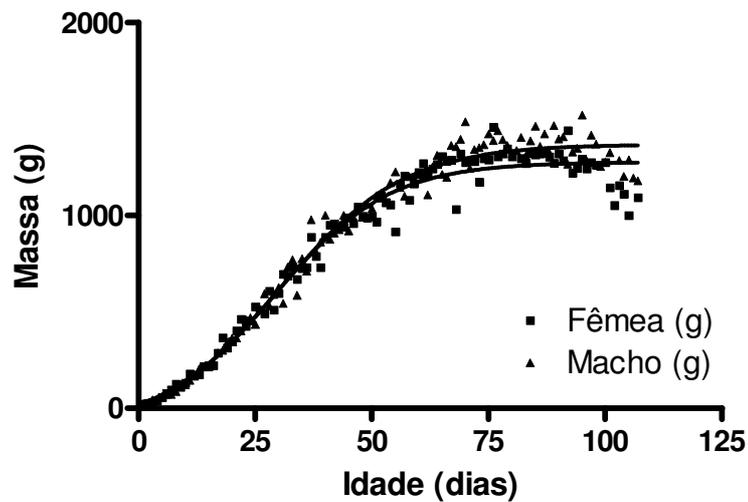


Figura 4 - Variação do crescimento corporal em peso entre macho e fêmea de *A. hyacinthinus* no Pantanal Sul.

Para o desenvolvimento corporal em peso dos filhotes por ordem de eclosão, observou-se que o 1º filhote apresentou um desenvolvimento mais constante que o 2º, sendo esse último mais inconstante no ganho em massa.

Na Tabela 2, pode-se verificar os parâmetros da equação para o crescimento corporal em peso do 1º e 2º filhote, onde o  $R^2= 0,978$  para o 1º filhote e  $R^2= 0,925$  para o 2º filhote. O incremento em peso para o 1º filhote foi de  $13,34\pm 0,97g$  e para o 2º filhote foi de  $18,36\pm 3,31g$ . Quanto ao ponto de inflexão, para o 1º foi de  $30,50\pm 1,33$  e para o 2º  $31,2\pm 4,4$  dias. A diferença entre o desenvolvimento do 1º e 2º filhote foi significativo em nível de  $P<0,05$  para o teste MannWhitney:  $U=3863$ ;  $P=0,0045$ ).

Tabela 2 – Variação do crescimento corporal em peso entre 1º e 2º Filhote e entre macho e fêmea no período de 1991 à 2000 de arara azul no Pantanal.

<b>Variável (peso)</b>	<b>Parâmetros (*)</b>	<b>Valores</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IC 95%</b>	<b>R<sup>2</sup> (*)</b>
<b>1º Fil.</b>	Vmáximo (g)	1345	13,06	1319 a 1371	0,978
	T (dias)	29,49	0,537	28,43 a 30,56	
	K (Constante)	13,95	0,508	12,94 a 14,96	
<b>2º Fil.</b>	Vmáximo (g)	1266	34,30	1197 a 1334	0,925
	T (dias)	33,46	1,424	30,62 a 36,29	
	K (Constante)	16,77	1,263	14,25 a 19,28	
<b>Macho</b>	Vmáximo (g)	1367	12,58	1341 a 1392	0,979
	T (dias)	30,47	0,537	29,43 a 31,51	
	K (Constante)	13,15	0,484	12,18 a 14,11	
<b>Fêmea</b>	Vmáximo (g)	1279	13,93	1252 a 1306	0,970
	T (dias)	28,69	0,612	27,49 a 29,89	
	K (Constante)	12,62	0,563	11,50 a 13,74	

(\*) Botton: Operador de Translação = - 150

O segundo filhote, além de variar mais no ganho de massa, também, termina sua fase de ninhêgo com um peso menor (1º F =  $1253 \pm 140$  g e 2º F =  $1109,5 \pm 84$ g). A diferença entre o desenvolvimento do 1º e 2º filhote foi significativo em nível de  $P < 0,05$  para o teste MannWhitney:  $U=3863$ ;  $P=0,0045$ .

Nas análises para diferenças entre o desenvolvimento corporal em peso entre macho ( $R^2= 0,979$ ) e fêmea ( $R^2= 0,970$ ) as diferenças não foram significativas (teste Mann Whitney:  $U=4834$ ;  $P=0,1532$ ). Na Tabela 3, observa-se que o macho foi um pouco mais pesado que a fêmea, no entanto, essa diferença não foi significativa ( $f=1,136$ ;  $p=0,2591$ ) tendo o macho com  $1179,3 \pm 134,7$ g e fêmea  $1053 \pm 45,2$ g com 107 dias de desenvolvimento.

### **Comprimento total**

O comprimento médio do ovo da *A. hycinthinus* é de  $47,32 \pm 0,96$  cm e a largura de  $36,59 \pm 0,93$  cm. O filhote eclode medindo em média  $77,00 \pm 1,00$  cm. Com 15 dias de idade ele mede  $147,00 \pm 11,64$  cm, com 30 dias  $249,00 \pm 13,46$  cm, com 60 dias  $417,12 \pm 7,52$  cm, com 90 dias  $591,09 \pm 53,81$  cm até deixar ninho com o comprimento total médio de  $677,25 \pm 12,91$  cm. A análise do desenvolvimento do comprimento corporal total de filhotes de arara azul mostrou um comportamento linear apresentando um  $r^2= 0,994$  ( $F=1951$ ;  $P=0,0001$ ), sendo o comprimento total uma medida que variou pouco quanto às interferências ambientais.

O resultado das curvas de crescimento do comprimento corporal total em relação a idade são apresentados na Figura 5. Na Figura 6 são apresentados o crescimento corporal segundo a ordem de eclosão dos filhotes de arara azul e na Figura 7 o desenvolvimento corporal total em relação aos sexos. Ao deixarem os

ninhos, quando voam, os filhotes apresentam cerca de 60 à 70% do comprimento total de um indivíduo adulto.

A análise comparativa entre o 1º Filhote ( $r^2= 0,995$ ) e o 2º Filhote ( $r^2= 0,981$ ) não foram significativas (teste t não pareado:  $t=1,577$ ;  $df= 194$ ;  $P=0,1164$  e teste Mann Whitney:  $U=4179$ ;  $P=0,1354$ ). Da mesma forma, nenhuma diferença foi encontrada entre sexos (Mann Whitney test:  $U= 4954$ ;  $P= 0,7253$ ), sendo obtido a equação  $r^2= 0,994$  e  $r^2= 0,981$  para macho e fêmea, respectivamente (Tabela 3).

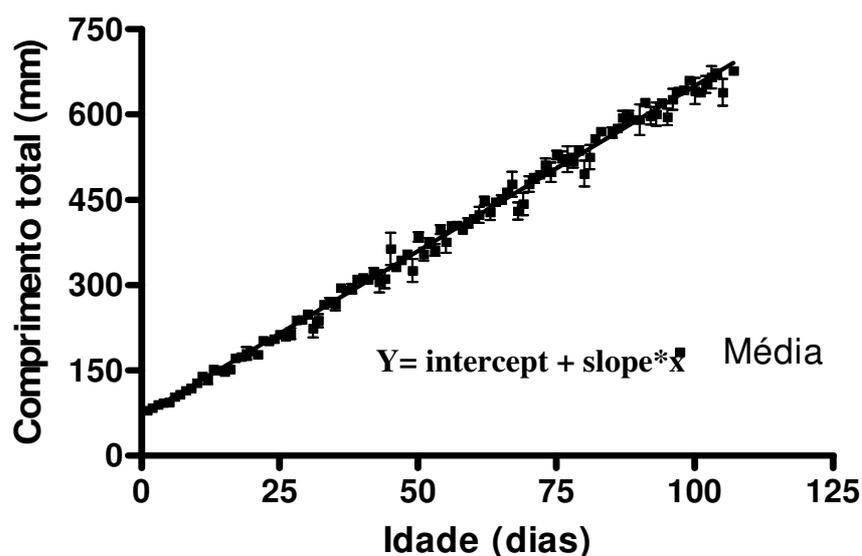


Figura 5 – Média e desvio padrão do crescimento corporal total no desenvolvimento de filhotes de *A. hyacinthinus* no Pantanal Sul.

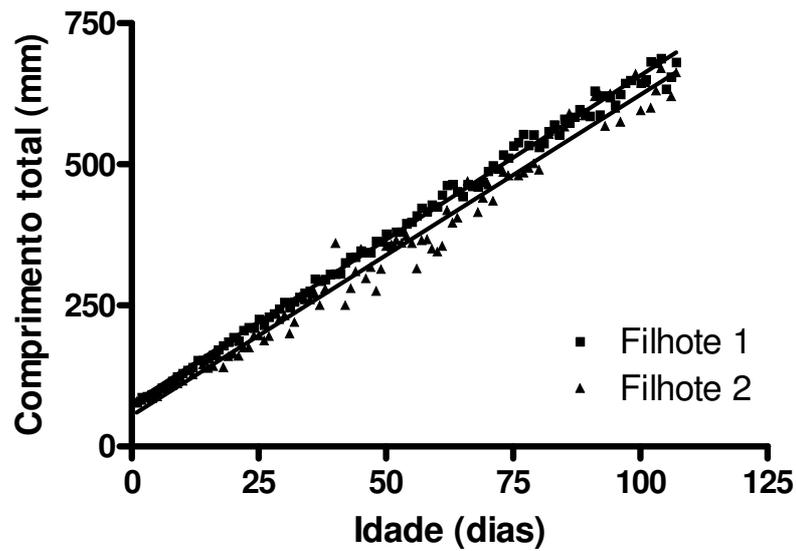


Figura 6 - Crescimento corporal total segundo a ordem de eclosão do 1º e 2º filhotes de arara azul, em dez estações reprodutivas no Pantanal Sul.

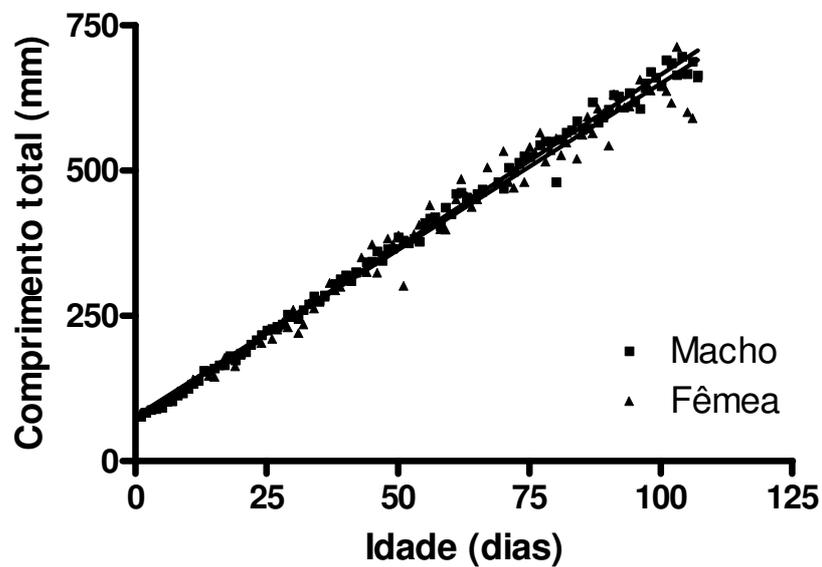


Figura 7 - Crescimento do comprimento corporal total em relação ao sexo, macho e fêmea, de *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal Sul.

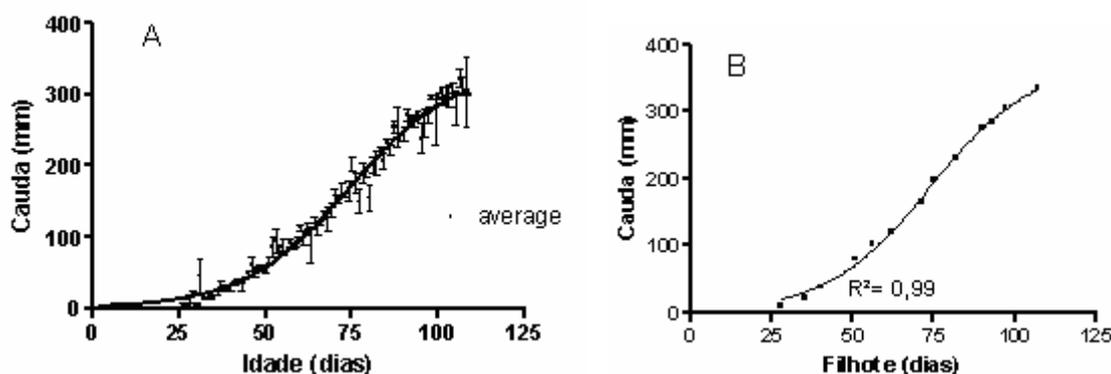
Tabela 3 - Variação do crescimento do comprimento corporal total entre ordem de eclosão dos filhotes e sexo no período de 1991 à 2000 de uma população de arara azul no Pantanal.

<b>Variável (CTotal mm)</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Média (±DP)</b>	<b>IC 95% (X=0)</b>	<b>R<sup>2</sup> (ns)</b>
<b>1º Filhote</b>	Interceção x	-12,9	-13,85 a - 11,97	0,995
	Interceção y	75,1 (2,32)	70,5 a 79,71	
	Translação	5,82 (0,037)	5,74 a 5,89	
	F	24030		
	Valor de P	< 0,0001		
<b>2º Filhote</b>	Interceção x	-9,64	-11,69 a - 7,68	0,981
	Interceção y	54,83 (5)	44,86 a 64,80	
	Translação	5,68 (0,084)	5,521 a 5,855	
	F	4593		
	Valor de P	<0,0001		
Macho	Interceção x	-12,26	-13,32 a 11,23	0,994
	Interceção y	72,6 (2,65)	67,33 a 77,87	
	Translação	5,92 (2,652)	5,838 a 6	
	F	19120		
	Valor de P	<0,0001		
Fêmea	Interceção x	-13,46	-15,51 a - 11,51	0,981
	Interceção y	77,11 (4,81)	67,55 a 86,68	
	Translação	5,728 (0,078)	5,572 a 5,88	
	F	5315		
	Valor de P	< 0,0001		

## **Cauda**

Os dados de comprimento da cauda variaram muito em função do desgaste das penas causado principalmente quando o espaço na cavidade do ninho é insuficiente para uma boa movimentação do filhote, dessa forma as penas da cauda podem sofrer falhas ou deformações. Assim, ocorreu um baixo “fitness” da curva para todas variáveis e um amplo intervalo de confiança. Na Tabela 4 pode-se verificar os parâmetros que definem a equação. No entanto quando avaliado um único indivíduo o resultado foi um  $R^2= 0,99$  de adequação da curva. Nas Figuras de número 8 a 11, pode-se observar a média e desvio padrão do crescimento da cauda em relação a idade; ao comportamento da equação para um indivíduo; o crescimento da cauda em relação a ordem de nascimento e em relação aos sexos.

Os primeiros cartuchos de penas da cauda começam a aparecer por volta do 25-31º dias de idade e ao voar apresentaram um comprimento das penas da cauda pouco maior que 50% do comprimento total de cauda de um indivíduo adulto.



Na Figura 8a – Distribuição da média, desvio padrão e desempenho da curva do crescimento da cauda em relação à idade de *A. hyacinthinus* no Pantanal Sul. Figura 8b – Comportamento da equação para um indivíduo de arara azul com relação ao crescimento da cauda.

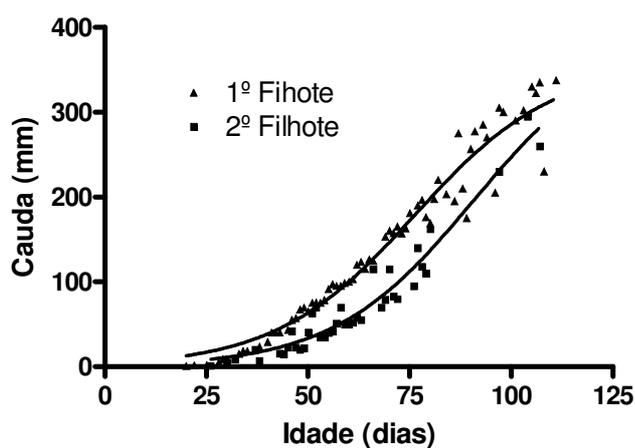


Figura 9 – Crescimento em comprimento da cauda em relação à ordem de nascimento de *A. hyacinthinus* em dez estações reprodutivas, no Pantanal Sul.

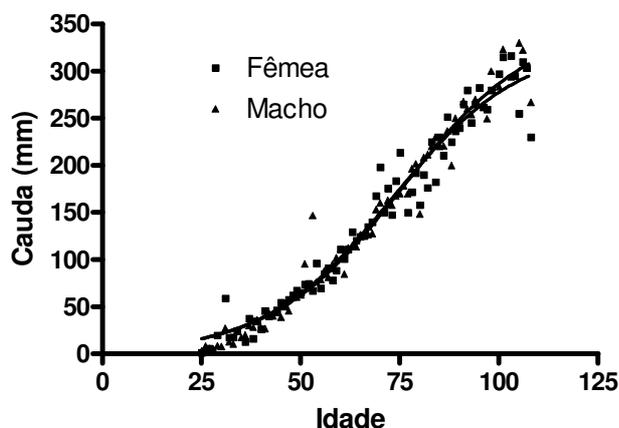


Figura 10 – Distribuição das medidas de comprimento e desempenho da curva estimativa para crescimento da cauda em relação aos aos sexos da arara azul no Pantanal Sul.

Na Tabela 4 é apresentado o resultado do crescimento semanal do comprimento corporal de filhotes de arara-azul em relação a idade, medido das extremidades da cabeça a cauda.

Tabela 4 – Crescimento do comprimento corporal (mm) de filhotes de arara azul semanal em vida livre no Pantanal.

Semana Idade dias	Total Length (mm)					
	Média Geral	Desvio Padrão	1º Filhote	2º Filhote	Macho	Fêmea
<b>1ª - 1</b>	79,84	2,69	80,92	60,51	78,51	82,84
<b>2ª - 7</b>	107,81	6,84	117,95	96,69	116,18	119,27
<b>3ª - 14</b>	150,08	17,98	161,15	136,90	160,133	161,77
<b>4ª - 21</b>	177,89	2,45	198,19	175,08	197,80	198,21
<b>5ª - 28</b>	238,22	6,82	241,39	217,29	241,74	240,71
<b>6ª - 35</b>	266,83	18,90	284,59	259,49	286,69	283,22
<b>7ª - 42</b>	321,00	24,02	321,63	295,67	323,36	319,65
<b>8ª - 49</b>	325,85	45,13	363,83	337,88	367,30	362,16
<b>9ª - 56</b>	404,46	12,22	401,86	374,06	404,97	398,59
<b>10ª - 63</b>	428,24	30,09	445,07	416,27	448,91	441,09
<b>11ª - 70</b>	477,95	38,87	488,27	458,47	492,86	483,60
<b>12ª - 77</b>	521,77	51,19	525,30	494,65	530,53	520,03
<b>13ª - 84</b>	560,40	21,10	568,51	536,86	599,59	586,83
<b>14ª - 91</b>	621,85	10,63	605,54	573,04	612,14	598,97
<b>16ª - 98</b>	643,33	2,88	648,74	615,24	656,09	641,48
<b>17ª - 105</b>	639,33	52,62	691,95	657,45	700,03	683,98
<b>107</b>	677,25	12,91	698,12	663,48	706,31	690,05

Os dados obtidos para elaboração da curva de crescimento da cauda foram: Assintótica Máxima =  $388,4 \pm 7,39$  (valor máximo da assíntota para Y);  $T = 77,5 \pm 0,87$  dias (valor médio quando a curva inverte o comportamento entre assíntota máxima e assíntota mínima e ou o ponto de inflexão curva) e a K (% de crescimento = constante) =  $20,28 \pm 0,39$  (incremento em milímetros). A assíntota min foi constrangido em  $-20$  sendo este o operador de translação que ajusta a

curva para de acordo com o real observado em campo. A equação explicou  $R^2 = 0,983$  do crescimento da pena da cauda de toda a população analisada. Para testar o modelo foram utilizados dados de um único filhote que obteve  $R^2=0,99$ , isso porque os dados mostraram um amplo intervalo de confiança das médias, tornando o modelo instável para os dados da população.

Observou-se uma alta variação quanto ao crescimento da cauda de primeiro e segundo filhotes e das médias de machos e fêmeas. Assim o modelo foi utilizado para os indivíduos que tiveram um crescimento mais uniforme da cauda.

Na Tabela 5 pode-se observar que as médias do 1º Filhote ( $141.0 \pm 12.09$  N=68) e 2º Filhote ( $71.68 \pm 10.64$  N=40) foram significativamente diferentes (Teste Mann Whitney:  $U= 792$ ;  $P= 0,0003$ ). Os resultados das médias quanto ao crescimento da cauda entre macho ( $134.3 \pm 10.91$  N=79) e fêmea ( $144.4 \pm 10.85$  N=77) não mostrou diferenças entre elas (Teste  $U= 2844$ ;  $P= 0,48839$ ).

Tabela 5 – Diferenças no crescimento das penas da cauda de filhotes de arara azul entre machos e fêmeas e 1º e 2º filhotes.

<b>Variável (cauda)</b>	<b>Parâmetros (*)</b>	<b>Valores Médios</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IC 95%</b>	<b>R<sup>2</sup> (*)</b>
<b>1º Filhote</b>					
	Assintótica (mm)	381,7	26,37	329 a 434,4	
	T (dias)	76,64	3,243	70,16 a 83,12	
	K (Taxa de crescimento)	20,17	1,6	16,9 a 223,35	0,96
<b>2º Filhote</b>					
	Assintótica (mm)	536,5	151,3	270 a 510,4	
	T (dias)	102,4	12,39	78,37 a 127,7	
	K (Taxa de crescimento)	23,5	2,9	17,62 a 29,40	0,946
<b>Macho</b>					
	Assintótica (mm)	380,5	19,64	341,2 a 319,5	
	T (dias)	76,41	2,351	71,73 a 81,10	
	K (Taxa de crescimento)	19,84	1,098	17,65 a 22,03	0,975
<b>Fêmea</b>					
	Assintótica (mm)	351	19,6	311,9 a 390,1	
	T (dias)	73,11	2,55	68,02 a 78,2	
	K (Taxa de crescimento)	19,15	1,357	16,45 a 21,86	0,961

(\*) Assintótica min: Operador de Translação= -20

## DISCUSSÃO

O desenvolvimento de filhotes de *Anodorhynchus hyacinthinus*, foi mais lento quando comparado com outros Psitaciformes: *Calyptorhynchus funnerius latirostris* (Saunders 1982), *Myiopsitta monachus catita* (Navarro & Bucher 1990), *Ara ararauna* (Bianchi 1998), *Forpus passerines* (Waltman & Beissinger 1992), *Amazona autumnalis*, *A. oratrix* e *A. viridigenalis* (Enkerlin-Hoeflich et al. 1999), *Prophyrrura maracana* (Barros 2001), *Cyanoliseus patagonus* (Masello & Quillfeldt 2002), *Amazona aestiva* (Seixas & Mourão, 2003), *Ara macao* (Trauco 2007).

O período total de desenvolvimento dos filhotes foi de  $107 \pm 7$  dias, com um peso médio de  $1.177,5 \pm 105,4$  g. Foram testados outros modelos de curva de crescimento mas os dados não se adequaram por isso foi desenvolvido uma curva logística. A equação logística explicou o desenvolvimento do crescimento corporal em peso e em crescimento das penas da cauda, enquanto que o crescimento corporal em comprimento total foi linear e direto.

Verificando o gráfico de crescimento corporal com a idade, identifica-se uma fase de crescimento estacionário, desde a eclosão até 13º dia, em que o ganho de peso é mínimo, variando de 2 a 10 g por dias. Pode-se dizer que esta fase é uma das mais críticas para o filhote, que ainda não tem controle para regular sua temperatura e precisa, além do alimento, do aquecimento dos pais. Nesta fase, variações ambientais drásticas ou ausência temporal da fêmea, pode retardar ou até levar a morte, muitos filhotes. Essa é a fase de maior perda de filhotes, por causas já identificadas e relatadas no capítulo 2, mas que talvez também envolvam questões, como capacidade evolutiva da espécie. Esses dados são sustentados por Gill (1994).

A fase seguinte do crescimento do filhote é o crescimento logístico, em que o desenvolvimento passa a ser mais rápido, o que resulta na formação de duas assíntotas a mínima e a máxima. Essa fase começa no 14º dia e vai até o pico máximo de peso, que é atingido com 81 dias de idade, e que variou de 1520 a 1700g. Nesta fase, a viabilidade de comida é um dos fatores principais, mas que poderá ser afetada por predadores, doenças, inter-relações com a entomofauna associada, na experiência dos pais, na escolha dos ninhos e nas condições climático ambientais.

Dependendo do clima, os pais terão conflito entre buscar a comida e proteger a ninhada. Nesta fase, se observa que os filhotes mais velhos, com exceções, apresentaram um padrão de crescimento mais constante que os mais jovens. O fato é que a maioria dos pais não consegue alimentar todos os filhotes igualmente e assegurar o máximo de crescimento, pois pode haver competição pelo alimento, entre o mais velho, que já está mais desenvolvido, com o mais jovem que já nasce em desvantagem. Algumas exceções foram observadas no campo em que o casal conseguiu proporcionar o crescimento igual para os dois filhotes, o que se acredita nestes casos, que sejam características individuais ligadas a herança genética do casal. Saunders (1982) e Gill (1994) reforçam esta assertiva.

A terceira e última fase do crescimento dos filhotes de arara azul é mostrada por uma retração do crescimento, após uma fase de estabilidade, em que o filhote começa a perder peso até deixar o ninho. Nesta fase, os pais podem diminuir a frequência e quantidade de alimento o que aliado aos exercícios de vôo, reduzem o peso do indivíduo. Nos filhotes mais jovens, esta fase pode ser mais prolongada e a queda de peso, mais acentuada, conforme se pode observar na Figura 3 dos resultados. Outros trabalhos, com os Psitaciformes encontram o padrão semelhante de comportamento, conforme pode ser

constatado em Saunders (1982), Bianchi (1998), Masello & Quillfeldt (2002), Seixas & Mourão (2003) e Trauco (2007).

Verificou-se uma variação significativa no desenvolvimento do crescimento em peso e penas da cauda entre o 1º e 2º filhote, sendo que o último possui um crescimento mais lento. Foi observado também dois casos de nanismo, com filhotes mais jovens que voaram com tamanho corporal e de comprimento total com menos de 70% da média dos outros filhotes. Embora tenham sido observadas pequenas variações no desenvolvimento entre machos e fêmeas, estas variações não foram significativas para nenhum dos parâmetros avaliados.

Esses resultados são confirmados por Gill (1994) em que indivíduos da mesma espécie também podem exibir diferentes taxas de crescimento, pois o percentual de crescimento é afetado pela variação, qualidade e quantidade de recurso, nos padrões temporais de alimentação e temperatura que variam de acordo com a localidade, estação, habitat e tempo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Barros, Y.M. 2001. Biologia comportamental de *Propyrrhya maracaná* (Aves, Psittacidae): Fundamentos para conservação in situ de *Cyanopsitta spixii* (Aves, Psittacidae) na Caatinga. UNESP, Rio Claro, 89p. (Tese doutorado)
- Beissinger, S. & Waltman, J. R. 1991. Extraordinary Clutch Size and Hatching Asynchrony of a Neotropical Parrot. *The Auk* 108: 863-871.
- Beissinger, S.R. & Bucher, E.H. 1992. Sustainable harvesting of parrots for conservation. In: Beissinger, S.R. & Snyder, N.F.R., ed. New world parrots in crisis; solutions from conservation biology. Washington. p.73-115.

- Bianchi, C.A.C. 1998. Biologia Reprodutiva da Arara-Canindé (*Ara ararauna*, Psittacidae) no Parque Nacional das Emas, Goiás. Brasília-DF. Universidade de Brasília, 69p. Dissertação de Mestrado.
- Brightsmith, D.; Bravo, A. 2006. Ecology and management of nesting blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) in *Mauritia* palm swamps. *Biodiversity and Conservation* 15:4271–4287.
- Enkerlin-Hoeflich, E. C., Packard, J. M., Gonzalez-Elizondo, J. J. 1999. Safe Field Techniques for nest Inspections and Nesting Crop Sampling of Parrots. *J. Field Ornithol.*, 70(1):8-17.
- Flórez, P. 2006. Estudio de la ecología de una población del Loro Orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) en Antioquia y Caldas con fines de conservación. *Conservación Colombiana*. n.2. p.71-86.
- Gill, F.B. 1994. *Ornithology*. 2ª ed., W.H. Freeman and Company. New York. 647p.
- Guedes, N.M.R. 1993 Biologia reprodutiva da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Pantanal - MS, Brasil. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. p 122. (dissertação de mestrado).
- \_\_\_\_ 2003. Sucesso reprodutivo das araras-vermelhas *Ara chloroptera*, em dez estações reprodutivas no Pantanal. In: ENPIC, III, *Ensaio e ci.*, v. 7, Ed. especial UNIDERP, p. 961-968, Campo Grande – MS.
- Guedes, N.M.R. & Seixas, G.H.F. 2002. Métodos para estudos de reprodução de Psitacídeos. In: *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*. Eds. M. Galetti & M.A Pizo. Melopsittacus Pub. Científicas. Belo Horizonte. p. 123-139.
- Guedes, N.M.R.; Harper, L.H. 1995. Hyacinth macaw in the Pantanal. In: J. Abramson, B.L.Speer & J.B.Thomsen. (Ed.). *The large macaws: their care, breeding and conservation*. Fort Bragg, California: Raintree Publications. Cap.20.p.394-421.

- Harris, M.; Tomas, W.; Mourão, G.; Silva, C. Guimarães, E.; Sonoda, F.; Fachim, E. 2005. Desafios para proteger o Pantanal Brasileiro: Ameaças e iniciativas em conservação. *Megabiodiversidade* 11:156-164.
- Juniper, T.; Parr, M. Parrots: 1998. A Guide to Parrots of the World. Yale University Press, New Haven.
- Keuroghlian, A.; Disbiez, A. 2004 Peccaries and Feral Pigs of the Pantanal and their Response to Seasonal Fluctuation. Pantanal Conservation Research Initiative Annual Report, p.73-87.
- Masello, J. F., Quillfeldt, P. 2002. Chick Growth and Breeding Success of the Burrowing Parrot. *The Condor* 104: 574-586.
- Monterrubio, T., Enkerlin-Hoeflich, E., Hamilton, R. B. 2002. Productivity and Nesting Success of Thick-Billed Parrots. *The Condor* 104:788-794.
- Navarro, J.L.; Bucher, E.H. 1990. Growth of Monk Parakeets. *The Wilson Bulletin*. 102(3):520-525.
- Padovani, C.R.; Cruz, M.L.L.; Padovani, S.L.A.G. 2004. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. *In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*, EMBRAPA Pantanal. pp. 1-7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pantanal), Corumbá.
- Quevedo, A.; Salaman, P.; Mayorquin, A.; Osorno, N.; Valle, H.; Solarte, C.; Reinoso, R.; Sanabria, J.; Carantón, D.; Díaz, V.; Osorno, G. & Verhelst, J.C. 2006. Loros amenazados de la Cordillera Central de los Andes de Colombia: una iniciativa de conservación basada en la investigación y la educación ambiental. *Conservación Colombiana*. n.1. p.21-57.
- Ragusa-Netto, J. 2004. Flowers, Fruits, and the Abundance of the Yellow-Chevroned Parakeet (*Brotogeris chiriri*) at a Gallery Forest in the South Pantanal (Brazil). *Braz. J. Biol.*, 64(4): 867-877.
- Renton, K., Salinas-Melgoza, A. 2004. Climatic Variability, Nest Predation, and Reproductive Output of Lilac-Crowned Parrots (*Amazona finschi*) in Tropical Dry Forest of Western Mexico. *The Auk* 121(4):1214-1225.

- Saunders, D.A. The breeding behavior of the short-billed form of the White-tailed Black Cockatoo (*Calyptorhynchus funereus*). *Ibis* 124:422-55, 1982a.
- Seixas, G. H. F., Mourão, G. M. 2003. Growth of Nestlings of the Blue-fronted Amazon (*Amazona aestiva*) Raised in the Wild or in Captivity. *Ornitologia Neotropical* 14: 295–305.
- Sick, H. 1997 – *Ornitologia Brasileira*. Ed. Nova Fronteira, 3rd. Rio de Janeiro. 912p.
- Silva, J. S. V., Abdon, M. M. 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas Sub-Regiões. *Pesq. agropec. Brás* 33:1703-1711.
- Silva, V. da. 1995. Elementos fisiográficos para delimitação do ecossistema Pantanal: Discussão e proposta. *Oecologia Brasiliensis*. V.1, p.349-458.
- Snyder, N. F. R., J. W. Wiley & C. B. Kepler. 1987. *Parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot*. Western Foundation of Vertebrate Zoology, Los Angeles.
- Snyder, N., McGowan, P., Gilardi, J., & A. Grajal (eds.). 2000. *Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, Oxford, UK.
- Trauco, G.V. 2007. Crescimento postnatal del Guacamayo Escarlata (*Ara macao*: Linnaeus 1758) em la Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. Universidade Nacional Agraria La Molina, La Molina, 153p. (dissertação de mestrado).
- Vaughn, C., Nemeth, N., Marineros, L. 2003. Ecology and Management of Natural and Artificial Scarlet Macaw (*Ara macao*) Nest Cavities in Costa Rica. *Ornitologia Neotropical* 14:- 1-16.
- Waltman, J.R. & Beissinger, S.R. Breeding behavior of the Green-rumped Parrotlet. *Wilson Bulletin*. 104(1):65-84, 1992.
- Wright, T.W., C.A. Toft, E. Enkerlin-Hoeflich, M. Albornoz, S. Beissinger, V. Berovides A., A. T. Brice, J. Eberhard, X. Gálvez A., J. Gilardi, J.

Gonzalez-Elizondo, S. E. Koenig, P. Martuscelli, J. M. Meyers, K. Renton, A. M. Rodríguez, A. Rodríguez-Ferraro, F. Rojas-Suárez, V. Sanz, M. Sosa-Asanza, S. Stoleson, A. Trujillo, F. Vilella, and J. W. Wiley. 2001. Nest poaching in Neotropical parrots. *Conservation Biology* 15:710-720.

**SUCESSO REPRODUTIVO, MORTALIDADE E CRESCIMENTO  
DOS FILHOTES DE ARARAS AZUIS (*Anodorhynchus  
hyacinthinus*, *Psittacidae*) NO PANTANAL BRASIL**

**CONCLUSÃO**

A arara azul é uma espécie que tem vida longa (mais de 50 anos em cativeiro), desenvolvimento lento, maturidade tardia (na natureza oito ou nove anos para primeira reprodução). *Anodorhynchus hyacinthinus* é um escavador secundário, mas pode se dizer que a sua função na natureza é de engenheira ambiental, pois tem a capacidade de aumentar grandes cavidades rapidamente, construindo ninhos para se reproduzir, mas que serão utilizados por outras 17 espécies que ocupam cavidades. No Pantanal utiliza poucas espécies arbóreas, porque são poucas as espécies que tem o cerne macio que possibilitam a abertura de grandes cavidades. Assim, a maioria dos ninhos é encontrada no manduvi (*Sterculia Apétala*), espécie chave para a reprodução e alimentação de mais de uma dezena de organismos na região. Feito ou reformado o ninho, é preciso defendê-lo e fazer a postura de ovos, exigindo assim, grande investimento dos pais, com a alocação de tempo e recursos. Durante a incubação dos ovos a fêmea precisa de energia para se manter e aquecer os ovos, enquanto o macho fica responsável por buscar a maior parte da alimentação. Muitas vezes a fêmea também precisa ajudar. Nesse momento, ocorre a predação. Alguns casais podem fazer nova postura e outros abandonarão os ninhos. Aqueles que têm sucesso com o nascimento dos filhotes, começam uma nova fase, que inclui o cuidado e alimentação do filhote. Muitos filhotes morrem antes de completar 5 dias de vida, por inanição, baixa temperatura ou predação. A medida

que o tempo vai passando, os riscos diminuem, mas predação e mortalidade ainda pode afetar a sobrevivência dos filhotes. Mudanças climáticas globais e alterações ambientais acentuam a perda de ovos e filhotes. Árvores podem cair, levando todo o investimento da reprodução. Com muito custo, poucos jovens (35%) são produzidos, o que resulta numa baixa taxa reprodutiva para a espécie. Caso tenha sorte e deixe o ninho, voando, o jovem filhote já é um sucesso. A família conseguiu superar os maiores obstáculos da primeira fase da vida e agora é se preparar para os outros próximos capítulos.....

Jim (2002) considera que cada espécie apresenta um nível de plasticidade particular em relação às alterações do ambiente. Esta característica permite um amplo dinamismo onde não existe a repetição de situações semelhantes. Deste modo, a capacidade de ajuste decorre de uma estreita relação entre o potencial de plasticidade de cada espécie frente ao ambiente e suas condicionantes. Esta relação varia em determinados limites de tempo e espaço.